ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Eugène Tisserand* pour occuper, dans la Section des Académiciens libres, la place vacante par le décès de M. *Jules Tannery*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **E. Tisserand** prend place parmi ses confrères.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Phénomènes d'inhibition visuelle qui peuvent accompagner la réassociation des deux images rétiniennes dissociées par les prismes du stéréoscope. Conditions et déterminisme de ces phénomènes.* Note de M. **A. Chauveau**.

Le sujet traité dans la présente Note appartient au domaine de la théorie générale des perceptions sensitives. Mais il intéresse les physiciens autant que les physiologistes, parce qu'on ne saurait s'engager dans certaines régions de l'étude physique des manifestations de la radioactivité sans connaître à fond les conditions et le mécanisme de la perception par l'œil des radiations lumineuses. Un exemple très suggestif des dangers auxquels on s'expose en négligeant cette précaution a été fournie par la méprise qui a abouti à la tentative d'introduction des rayons N dans la Science.

Cette méprise, en effet, a eu son origine dans la méconnaissance de deux faits physiologiques déjà connus et très nettement établis, liés étroitement l'un à l'autre et parfaitement identifiables aux effets spécifiques attribués aux prétendus rayons N :

1° *Dans le cas de faible éclairage, les images lumineuses formées et maintenues, par une accommodation aussi fixe que possible, sur les points de la rétine où elles s'impriment, s'estompent graduellement d'une manière rapide et peuvent même arriver à s'évanouir tout à fait.*

2° *La cessation brusque de l'accommodation s'accompagne de changements involontaires dans la direction de la ligne visuelle et rétablit instantanément le degré primitif de la visibilité des objets, dont l'impression se produit alors sur des points neufs de la rétine, à côté de ceux qui avaient été impressionnés les premiers.*

Ainsi, la vision sans accommodation, condition fondamentale nécessaire, disait-on, à la manifestation des effets spécifiques des nouvelles radiations, recèle en elle-même la cause de ces effets. Au cours des opérations où l'on croyait les faire apparaître, par l'intervention d'un agent extérieur d'une nature particulière, il n'y avait pas visibilité augmentée sous l'influence de cet agent, mais visibilité simplement rétablie dans son état primitif, après un amoindrissement intentionnellement provoqué par les conditions de l'accommodation.

Ce rappel n'est point ici un hors-d'œuvre. Il se rencontre, en effet, que c'est au cours de certaines expériences complémentaires, où j'étudiais de nouveau l'action modificatrice qu'exerce le plus ou moins de fixité de l'accommodation, sur la visibilité des objets plus ou moins éclairés, que m'ont été révélés les premiers éléments du déterminisme des faits nouveaux dont j'ai à m'occuper maintenant, c'est-à-dire *les phénomènes spéciaux d'inhibition visuelle liés aux états de dissociation et de réassociation des images rétiniennes.*

Origine de la découverte de ces phénomènes. — Dans mes études sur les sensations de relief et de profondeur données par la vision monoculaire des épreuves stéréoscopiques, j'avais été amené à marquer à l'encre rouge, d'un très petit numéro, apposé sur la partie droite, tout près du bord, les exemplaires qui se prêtaient le mieux à ces études. Or, en procédant à mes examens, tous faits, au début de mes recherches, avec le stéréoscope ordinaire, il arrivait souvent que *le numéro de l'épreuve, constamment et très nettement apparent quand il était vu par l'œil droit seul, manquait complètement ou subissait de fréquentes éclipses, lorsque l'épreuve était regardée avec les deux yeux.*

Ces éclipses, permanentes ou fugitives, m'intriguèrent beaucoup. Pourquoi se produisaient-elles seulement avec les deux yeux, alors que, préci-

sément, la réassociation des deux images rétiniennes compose une image unique parfaite, où apparaissent, avec une netteté et une intensité particulières, les moindres détails du relief et de la profondeur des objets représentés ? Comment expliquer l'exception qui atteint le minuscule signe rouge appliqué sur la partie droite de l'épreuve ?

J'aurais pu penser de suite à un phénomène d'inhibition physiologique exercée par l'œil gauche sur l'œil droit, dont l'acuité visuelle est chez moi incomparablement inférieure à celle de son congénère. Mais une telle explication semblait impliquer l'acceptation de la coexistence de faits contradictoires. J'en fus invinciblement détourné par la considération de la merveilleuse entente avec laquelle mes deux yeux, malgré la grande inégalité de leur pouvoir de distinctibilité, collaboraient à l'harmonieuse fusion des caractères symétriquement différenciés des deux figures de l'épreuve stéréoscopique. J'avais été ainsi entraîné à chercher le mécanisme des éclipses en question dans des interventions d'ordre purement physique. Mais n'ayant rien trouvé de plausible, j'abandonnai le sujet jusqu'au moment où le déterminisme de ces éclipses me fut accidentellement indiqué dans les circonstances qui viennent d'être dites.

Conditions dans lesquelles se révélèrent des phénomènes d'inhibition visuelle dans de nouvelles recherches sur l'action obnubilatrice de l'accommodation. — De ces nouvelles recherches, il n'y a rien à dire maintenant. Je n'ai qu'à indiquer les raisons qui avaient inspiré le dispositif des expériences, et à montrer comment ce dispositif permit d'arriver à une importante acquisition physiologique pour laquelle il n'avait point été créé.

Les phénomènes d'obnubilation déterminés par la fixité de l'accommodation ne se produisent pas seulement quand des taches claires sur fond sombre, ou des taches sombres sur fond clair, sont examinées directement par le procédé ordinaire de la vue simple avec les deux yeux. Ils se manifestent aussi lorsque deux taches égales et semblables, groupées à la manière de deux figures stéréoscopiques, sont regardées dans un des appareils d'usage courant qui éliminent la perception des deux images rétiniennes restées indépendantes. On constate alors que l'image unique vue avec les deux yeux, ainsi que ses deux composantes, vues chacune isolément par l'œil droit ou l'œil gauche, se prête, plus ou moins bien mais d'une manière constante, à l'obnubilation par fixité de l'accommodation visuelle.

Je dis *plus ou moins bien* parce que des cas se sont présentés où les changements d'éclat, provoqués par les modifications imprimées à l'accommodation des deux yeux sur la figure résultante, s'opéraient avec quelque hésitation. C'était surtout quand l'éclairage était à peine suffisant pour la vue nette de cette figure. Et alors on n'était pas sûr de la superposition exacte des deux figures composantes.

Pour écarter cette imperfection de la réalisation des conditions réclamées par le but de l'expérience, j'eus l'idée de transformer les taches examinées en véritables

figures stéréoscopiques. Et cela d'une manière fort simple. Ces taches avaient la forme carrée. Avec quatre droites, menées d'un point déterminé de la surface du carré à ses quatre angles, je figurai, en projection, les quatre angles dièdres d'une pyramide quadrangulaire dont la tache carrée représentait la base. Sans plus d'expli-

Fig. 1.

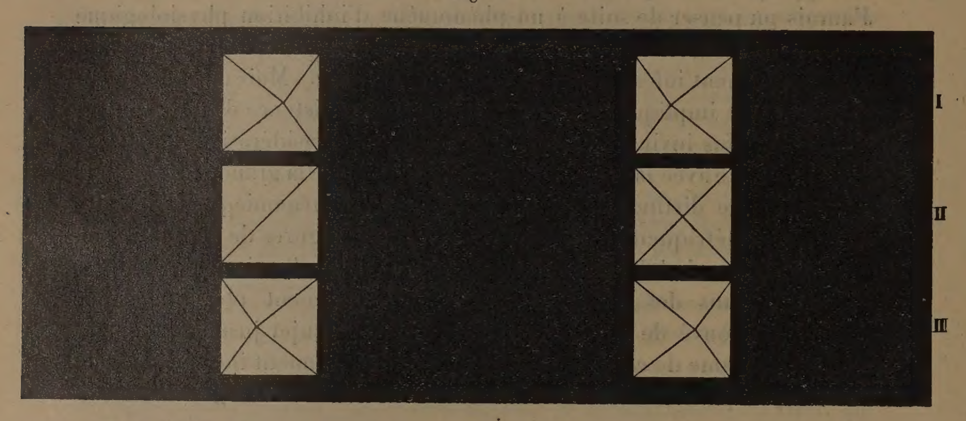
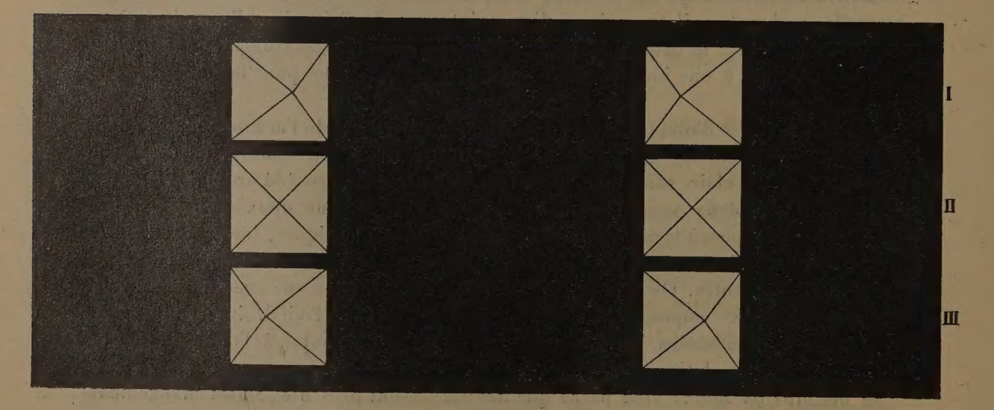


Fig. 2.



cations et avec l'aide de la figure 2 ci-dessus, on comprendra facilement comment il me fut loisible d'y réunir trois couples de taches carrées représentant : le numéro I, la double projection stéréoscopique d'une pyramide en saillie, vue par son sommet; le numéro III, cette même projection fournie par une pyramide en creux, vue par sa base; le numéro II, une simple surface plane, de forme carrée, traversée par deux

diagonales. Ce dernier couple devait constituer le siège principal des constatations; les deux autres, servir à contrôler, dans l'ensemble de la planche, la perfection des réassociations d'images rétiniennes, par la netteté des sensations de relief et de profondeur que ces réassociations sont tenues de fournir.

Comment, dans ces nouvelles conditions expérimentales, l'inhibition visuelle et son mécanisme s'enrichirent fortuitement des documents qui permirent d'en formuler le déterminisme. — J'avais beaucoup multiplié, en les variant, les exemplaires de ces constructions graphiques. De tous, je tirais constamment les nettes sensations de relief, de profondeur ou de plat que j'en attendais. Cependant cette remarquable constance fut un jour troublée. L'apparente exception était fournie par un exemplaire incomplet (*fig.* 1). L'un des carrés du système plan n'y était barré que d'une seule diagonale; l'autre diagonale avait été oubliée. Je fis alors, sur cet exemplaire spécial une série d'observations méthodiques. Or, je pus m'assurer que *les effets obtenus de la vision stéréoscopique du système inachevé variaient suivant que le carré complet était placé devant l'œil gauche que j'ai déjà dit être chez moi, d'après son acuité visuelle, l'œil dominateur, ou devant l'œil droit, qui est l'œil dominé.*

Dans le premier cas, on constatait les mêmes résultats qu'avec les exemplaires réguliers : la figure centrale vue dans le stéréoscope était un carré barré de deux diagonales.

Dans le second cas, le carré constituant cette figure centrale n'apparaissait plus que barré d'une seule diagonale. La seconde était totalement éclipsée.

Avec ces constatations, je venais d'acquérir les éléments fondamentaux de l'interprétation qui m'avait échappé jusqu'alors.

Interprétation. — Il s'agit bien, dans la circonstance actuelle, de même que dans le cas de l'éclipse du signe distinctif de mes épreuves photographiques, d'un phénomène d'inhibition visuelle, exigeant comme conditions de réalisation : 1° *l'asymétrie des deux images rétiniennes dont la fusion crée l'image unique du stéréoscope;* 2° *une grande différence d'acuité visuelle entre les deux yeux et le placement de la figure où résident les détails créateurs de l'asymétrie en face de l'œil dominé, c'est-à-dire l'œil droit.*

Étant données ces conditions, il est évident que, dans la série des observations ci-dessus indiquées, quand le carré complet du système plan était placé devant l'œil gauche, l'image vue par les deux yeux, dans le stéréoscope, devait se montrer nettement pourvue de deux diagonales. La diagonale unique du carré de l'œil droit se fusionne, en effet, avec celle qui, dans le carré gauche, lui est symétrique. Aucune asymétrie n'intervient

alors pour provoquer, dans l'acte de la perception centrale, l'influence inhibitrice de l'œil dominateur.

Lorsque le carré complet était placé devant l'œil droit, les deux diagonales symétriques du système continuaient à correspondre et à se fusionner. Mais la seconde diagonale de ce carré complet devenait un détail asymétrique, incapable de participer à cette fusion et d'apparaître dans l'image résultante vue par les deux yeux. Il en est chassé par l'œil dominateur, qui éteint, dans les centres nerveux, les impressions propres à l'œil dominé et les empêche d'être perçues.

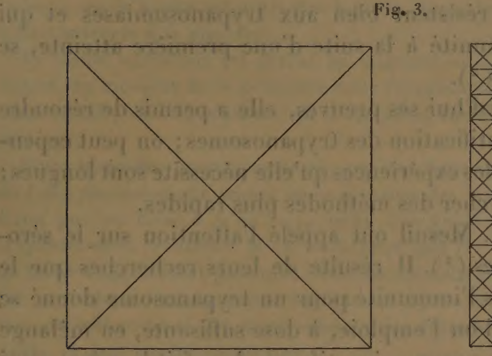
Voilà comment une simple inversion de la position donnée, dans l'appareil stéréoscopique, au carton où sont tracées les constructions graphiques représentées sur la figure, y créait ou y supprimait les conditions de l'inhibition visuelle.

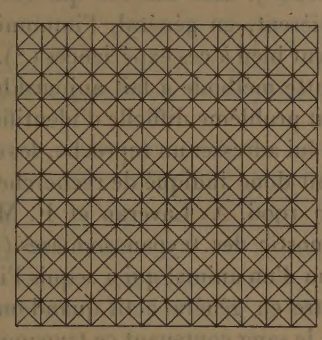
L'importance du rôle joué, dans ces manifestations de phénomènes, par l'inégalité de l'acuité visuelle des deux yeux est vraiment considérable. On achève de s'en rendre compte en étudiant l'influence des modifications imprimées à cette inégalité par divers artifices à l'aide desquels on peut instantanément faire naître l'inhibition lorsqu'elle n'existe pas et, quand elle existe, la faire croître et décroître, en opérer le transfert d'un œil à l'autre, ou la supprimer complètement. La place me manque pour entrer dans quelques détails sur ce sujet. Je dirai seulement, pour ceux qui seraient pressés de faire des vérifications, que la présente saison se prête à l'emploi du plus simple de ces artifices : la diminution de la transparence de l'un ou l'autre des verres du stéréoscope, par la buée plus ou moins épaisse qui s'y dépose quand on souffle dessus.

Mais l'importance de l'asymétrie n'est pas moindre. Elle peut être obtenue de deux manières : par addition ou suppression de détails dans l'une des deux parties de la figure ou construction stéréoscopique. Ce dernier cas fournit l'occasion d'une fort belle démonstration. Dans la figure 3 ci-contre, on a fait disparaître, du côté gauche, tous les détails qui existent à droite, sauf les côtés du carré et ses deux diagonales. L'inhibition qu'elle procure est très remarquable, même complètement permanente, avec de bonnes conditions d'éclairage et d'inégalité d'acuité visuelle. Que si l'on pousse davantage la suppression des détails du carré gauche, en en faisant disparaître les deux diagonales, l'inhibition se produit encore mais devient oscillante. Enfin, en supprimant le carré lui-même et en rendant ainsi complètement vide le champ visuel de l'œil gauche, toute action inhibitrice de cet œil sur le droit est alors supprimée. Les plus fins détails de l'image

unique vue avec les deux yeux reparaissent tels qu'ils se présentent dans la composante droite vue avec le seul œil droit.

Fig. 3.





On peut, du reste, obtenir le même résultat sans rien changer à la construction stéréoscopique qui donne l'inhibition maxima : c'est en supprimant complètement, avec un écran, le champ visuel gauche. Avant l'intervention de l'écran, si je regarde avec les deux yeux la figure qui apparaît dans le stéréoscope, l'inhibition obligée m'enlève la vue de tous les détails de l'image droite. Avec l'écran, l'action inhibitrice de l'œil gauche est supprimée et l'œil droit retrouve son aptitude intégrale à voir, de la manière la plus nette, tous les éléments de la figure qui est devant lui. Rien avec les deux yeux, tout avec un seul!

Dans cette très élégante démonstration, d'apparence paradoxale, le déterminisme de l'inhibition visuelle se précise d'une manière vraiment saisissante.

PATHOLOGIE. — *Identification des trypanosomes pathogènes.* Note de MM. A. LAVERAN et A. THIROUX.

L'identification des trypanosomes pathogènes, facile lorsque ces parasites ont des caractères morphologiques bien tranchés ou une action pathologique spéciale sur certaines espèces animales, présente, dans le cas contraire, de grandes difficultés. Des divergences de vues se produisent sans cesse à ce sujet entre les observateurs, et l'on a dû se préoccuper de rechercher des méthodes permettant d'identifier avec sûreté les trypanosomes.

En 1905, A. Laveran et F. Mesnil ont montré que deux trypanosomes étant donnés, on peut s'assurer de leur identité en recherchant si les virus confèrent l'immunité l'un pour l'autre; en d'autres termes, s'il y a immunité croisée ([1]). Les chèvres qui résistent bien aux trypanosomiases et qui acquièrent, en général, l'immunité à la suite d'une première atteinte, se prêtent bien à ces expériences ([2]).

Cette méthode a fait aujourd'hui ses preuves, elle a permis de résoudre maint problème difficile d'identification des trypanosomes; on peut cependant lui adresser un reproche, les expériences qu'elle nécessite sont longues; il était donc indiqué de rechercher des méthodes plus rapides.

En 1906, A. Laveran et F. Mesnil ont appelé l'attention sur le séro-diagnostic des trypanosomiases ([3]). Il résulte de leurs recherches que le sérum d'un animal qui a acquis l'immunité pour un trypanosome donné se montre en général actif quand on l'emploie, à dose suffisante, en mélange avec le sang contenant ce trypanosome, inactif quand on fait le même essai avec d'autres trypanosomes; le sérum acquiert donc souvent des propriétés spécifiques qui peuvent être utilisées pour l'identification des trypanosomes.

Le sérum des animaux atteints d'une trypanosomiase à marche subaiguë ou surtout chronique peut avoir une activité suffisante pour protéger les animaux auxquels on l'injecte en mélange avec le sang virulent ([4]); il n'est donc pas indispensable pour le séro-diagnotic d'une trypanosomiase de posséder un animal ayant acquis l'immunité pour cette maladie.

Malheureusement, l'activité des sérums fournis par les animaux immunisés ou en cours d'infection est variable.

Levaditi et Mutermilch ont préconisé récemment une autre méthode de séro-diagnostic. Ces observateurs ont montré que les trypanosomes du Nagana soumis *in vitro* à l'action d'un sérum spécifique, préalablement chauffé à 55°, acquièrent la propriété de s'attacher aux leucocytes et ils ont conclu d'expériences portant sur les trypanosomes du Nagana indien, du Nagana-Togo et sur *Tr. dimorphon*, qu'il était possible de faire le diagnostic des trypanosomiases en se basant sur le phénomène de l'attachement des trypanosomes aux globules blancs (frais ou morts) provoqué par le sérum

---

([1]) A. Laveran et F. Mesnil, *Comptes rendus*, 27 mars 1905.
([2]) A. Laveran, *Comptes rendus*, 9 janvier 1911.
([3]) A. Laveran et F. Mesnil, *Comptes rendus*, 25 juin 1906.
([4]) F. Mesnil et E. Brimont, *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. XXIII, 1909, p. 129.

sanguin des animaux trypanosomiés et d'identifier les trypanosomes, à la condition de se servir de sérums actifs employés comme tests (¹).

Les leucocytes sont obtenus en injectant de l'aliment Mellin dans le péritoine des cobayes ou la cavité pleurale des lapins; après lavage dans l'eau physiologique, ils sont conservés à la glacière.

Le sérum spécifique est obtenu en saignant un animal infecté par un trypanosome donné, au moment de la première crise trypanolytique; il est chauffé pendant 30 minutes à 55°, et l'on s'assure qu'il est actif sur le trypanosome ayant produit l'infection.

Pour identifier un trypanosome, on met dans de petits tubes stérilisés : 2 gouttes de l'eau physiologique tenant en suspension des leucocytes, 2 gouttes du sérum spécifique pur ou dilué à $\frac{1}{50}$ ou à $\frac{1}{100}$, enfin une goutte du sang de l'animal infecté par le trypanosome à identifier. Il est nécessaire que les trypanosomes soient nombreux et qu'ils ne s'agglutinent pas entre eux, comme cela arrive souvent pour *Tr. dimorphon*. On procède à l'examen histologique quelques minutes après que le mélange a été fait, on recherche si des attachements des trypanosomes aux leucocytes se sont produits, et dans quelle proportion.

Les expériences que nous avons entreprises, d'après ces indications, nous ont fourni les résultats qui suivent.

Avec du sérum Nagana-Togo et des *Tr. togolense* qui nous ont été remis très obligeamment par M. Levaditi, nous avons observé des attachements nombreux (sérum pur ou dilué à $\frac{1}{50}$ ou à $\frac{1}{100}$).

Avec du sérum Surra-Maurice et des *Tr. Evansi*, des attachements nombreux se sont également produits (sérum pur ou dilué).

Mais les mêmes résultats ont été obtenus en faisant agir le sérum Nagana-Togo sur les *Tr. Evansi* ou le sérum Surra-Maurice sur les *Tr. togolense*.

Faut-il conclure de cette expérience que Nagana-Togo = Surra? Nous ne le croyons pas. Cette conclusion serait en contradiction avec ce fait qu'un animal ayant l'immunité pour le Surra s'infecte par *Tr. togolense* comme un animal témoin (²). Il est probable que les résultats, discordants en apparence, fournis par les deux méthodes, tiennent à ce que la méthode *in vivo* est plus sensible que la méthode de sérodiagnostic *in vitro*. Déjà Mesnil et Brimont avaient constaté (*op. cit.*) que le sérum Surra avait une certaine activité (en mélange) contre *Tr. togolense*.

Les sérums Nagana-Togo et Surra n'ont pas donné d'attachements avec les trypanosomes Nagana-Ouganda, Nagana-ferox, *Tr. gambiense* et *Tr. dimorphon*.

Les sérums d'un cobaye et d'un chien infectés avec *Tr. gambiense*, et saignés en crise, n'ont pas donné d'attachements des *Tr. gambiense*, même lorsque ces sérums ont été employés purs. Le sérum d'un cobaye saigné en pleine infection s'est montré plus actif que le sérum du cobaye saigné en crise, encore n'a-t-il pas produit des atta-

---

(¹) C. Levaditi et S. Mutermilch, *Soc. de Biologie*, 24 décembre 1910.

(²) F. Mesnil, *Sur l'identification de quelques trypanosomes pathogènes* (*Bul. Soc. path. exotique*, t. III, 1910, p. 376).

chements nombreux avec *Tr. gambiense* et il a donné des attachements, en petit nombre à la vérité, avec *Tr. congolense*.

Le sérum d'un cobaye infecté avec le trypanosome du Nagana-Ouganda, et saigné en crise, a donné des attachements avec les trypanosomes correspondants, mais le phénomène, limité à un nombre restreint de parasites, n'a pas été caractéristique.

Les sérums de cobayes infectés par *Tr. congolense* et par *Tr. pecorum* et saignés en pleine infection ([1]) ont donné des attachements avec les trypanosomes correspondants; pas d'attachements avec les trypanosomes hétérogènes. La réaction a été malheureusement limitée à un nombre assez restreint de parasites, comme dans le cas précédent.

Le sérum du cobaye infecté par *Tr. congolense* n'a pas produit d'attachements avec les *Tr. pecorum*, non plus que le sérum du cobaye infecté par *Tr. pecorum* avec les *Tr. congolense*, ce qui confirme l'opinion émise par l'un de nous, sur la spécificité de ces deux trypanosomes ([2]).

Le sérum d'un mouton ayant acquis l'immunité contre *Tr. dimorphon*, actif en mélange avec ce virus, essayé avec du sang riche en *Tr. dimorphon*, n'a pas produit d'attachements, ce qui prouve qu'il ne s'agit pas d'une réaction d'immunité.

Il nous paraît ressortir de ces expériences que, si la réaction d'attachement peut fournir des indications utiles pour l'identification des trypanosomes, on s'exposerait à l'erreur en lui attribuant une valeur absolue, exclusive.

L'identification des trypanosomes pathogènes doit être basée d'abord sur l'ensemble des caractères que présentent ces parasites au point de vue morphologique et au point de vue de l'action pathogène sur les différentes espèces animales. Dans les cas où ces caractères sont insuffisants pour permettre l'identification, les méthodes de séro-diagnostic de Laveran et Mesnil ou de Levaditi et Mutermilch peuvent être utilisées, mais c'est la méthode consistant à établir l'existence de l'immunité croisée pour une trypanosomiase donnée et pour la trypanosomiase à identifier qui doit inspirer le plus de confiance.

([1]) Il n'est pas toujours possible de saigner les animaux trypanosomiés pendant une crise trypanolytique bien marquée; il était donc intéressant de savoir si le sérum obtenu en saignant un animal en pleine infection pouvait servir à la recherche des attachements. L'activité du sérum obtenu dans ces conditions n'est pas douteuse; on a vu plus haut que du sérum de cobaye infecté de *Tr. gambiense*, saigné en pleine infection, s'est montré plus actif que les sérums d'un cobaye et d'un chien saignés en crise. Nous devons ajouter que ce sont des sérums d'animaux saignés en crise qui nous ont donné les plus belles réactions d'attachements (Nagana-Togo, Surra).

([2]) A. Laveran, *Soc. de Pathologie exotique*, 14 décembre 1910.

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Pycnogonomorphes et principalement sur le* Pentapycnon Geayi, *espèce tropicale à dix pattes*. Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Comme je l'ai montré il y a quelques mois [1] la découverte dans les mers antarctiques de Pycnogonides à dix pattes permet de diviser la classe en quatre séries ou ordres, représentées chacune par un type primitif décapode auquel font suite les formes octopodes normales. Ces quatre séries sont les suivantes : 1° Les Colossendéomorphes comprenant les *Decolopoda* décapodes et les *Colossendeis* octopodes; 2° les Nymphonomorphes ayant pour formes primitives les *Pentanymphon* décapodes auxquels s'ajoutent les Pallénidés et les Phoxichilidiidés octopodes; 3° les Ascorhynchomorphes où l'on n'a pas encore trouvé de types décapodes et qui se composent des Eurycydidés (palpes de 10 articles), probablement aussi des Ammothéidés (palpes de 4 à 9 articles) que j'avais à tort rapprochés du groupe précédent; 4° les Pycnogomorphes avec les *Pentapycnon* décapodes et les *Pycnogonum* octopodes.

C'est à la série des Pycnogomorphes que sera consacrée la présente Note.

Étant données les découvertes récentes, on aurait pu croire que les Pycnogonidés décapodes étaient localisés dans la mer Antarctique, et en faisant la jolie trouvaille du *Pentapycnon Charcoti*, les naturalistes du *Pourquoi-Pas?* semblaient avoir donné un fondement sérieux à cette conception. Mais il n'en est certainement pas ainsi. En étudiant les Pycnogonides recueillis par M. Geay sur la côte de la Guyane française, au milieu des Hydraires, j'ai trouvé, non sans surprise, une seconde espèce de *Pentapycnon* représentée par de nombreux exemplaires des deux sexes. Comme on le verra plus loin, ce nouveau Pycnogonide décapode est très différent du *P. Charcoti*. C'est pour moi un devoir de le nommer *Pentapycnon Geayi*, en souvenir du cher et vieil ami qui a tant fait pour l'histoire naturelle et qui mourut bravement où il avait passé une grande partie de son existence, sur le champ même des explorations.

Le *Pentapycnon* Geayi n'a point les dimensions quasi gigantesques du *P. Charcoti;* il est de la taille des *Pycnogonon*, son céphalothorax (céphalon + tronc) mesurant en moyenne $3^{mm},5$ de longueur, et non 17^{mm} comme celui de *P. Charcoti;* sa largeur

---

[1] E.-L. Bouvier, *Les Pycnogonides à cinq paires de pattes recueillis par la Mission antarctique Jean Charcot du* Pourquoi-Pas? (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 126).

relative est d'ailleurs plus grande, car elle dépasse la moitié de la longueur, tandis qu'elle n'atteint pas tout à fait ce rapport dans l'autre espèce. Au surplus, le type des deux formes est essentiellement autre : le *P. Charcoti* appartient au groupe des Pycnogonomorphes à téguments chagrinés, alors que le *P. Geayi* a des téguments réticulés comme certaines espèces de *Pycnogonon*. La trompe est franchement conique, fort rétrécie en avant et longue comme les deux tiers du céphalothorax, tandis qu'elle est ovoïde à sa base, puis dilaté vers le bout dans le *P. Charcoti*, où elle porte trois tubercules distaux et ne mesure guère plus de la moitié de la longueur du céphalothorax. Les tubercules dorsaux présentent la forme d'un cône obtus dans les deux espèces, mais les cônes sont relativement plus réduits dans l'espèce de la Guyane où d'ailleurs l'on n'observe pas de petits tubercules sur le céphalon, en arrière du tubercule oculaire; ce dernier a un bout arrondi dans les deux formes, mais il apparaît assez bien isolé dans le *P. Charcoti*, alors qu'il se présente comme la terminaison d'une grande voussure dorsale dans le *P. Geayi*. L'abdomen se dilate régulièrement de la base au sommet dans cette dernière espèce, ou il se termine en bout arrondi; c'est au contraire une massue à large base et à sommet tronqué dans l'espèce du *Pourquoi-Pas?*. Les pattes sont peu différentes dans les deux formes et dépourvues de nodosités ou de tubercules; les tarses y sont très courts et les propodes arqués s'atténuent régulièrement depuis la base, les griffes sont fortes et au moins aussi longues que la moitié du propode.

Toutes ces différences sont d'ordre spécifique, et les deux formes appartiennent bien au même genre *Pentapycnon* dont il est possible, dès lors, de fixer exactement les caractères. A vrai dire, nous ne connaissions du *P. Charcoti* que le sexe mâle, car les deux petits exemplaires que j'avais pris pour des femelles sont en réalité de jeunes mâles où j'ai pu distinguer les rudiments, en courts bourgeons, des ovigères. Mais les deux sexes sont bien représentés dans l'espèce de la Guyane, ce qui permet de combler une très regrettable lacune.

Or le seul caractère par lequel les *Pentapycnon* se distinguent du *Pycnogonon* est la présence de 5 paires de pattes dans le premier genre, de 4 paires dans le second ; peut-être faut-il ajouter que les pattes sont un peu plus grêles et un peu plus longues chez les *Pentapycnon,* mais encore faudrait-il, pour établir ce fait, des mesures comparatives très rigoureuses. Contrairement à ce que j'avais supposé, non sans doute, il n'est pas exact que les orifices sexuels soient représentés, chez les *Pentapycnon*, sur le deuxième article coxal de toutes les pattes, on les trouve en même nombre et à la même place que chez les *Pycnogonon :* ceux de la femelle, assez grands, sur la face supéro-postérieure du deuxième article coxal de la dernière patte; ceux du mâle, fort petits, un peu en avant, sur la face inférieure du même article.

Les orifices que je considérais comme sexuels me paraissent bien représentés sur le deuxième article coxal de toutes les pattes dans le *P. Charcoti*, mais ils appartiennent à des glandes annexes qui ne semblent pas rares chez les autres Pycnogonides ([1]), bien que je n'aie pu encore les découvrir dans le *P. Geayi*.

Quoi qu'il en soit, on ne saurait dire que les *Pentapycnon* sont des *Pycnogonon* chez lesquels s'est développée une paire de pattes supplémentaires; s'il en était ainsi, les orifices sexuels du genre décapode se trouveraient, comme dans les *Pycnogonon*, sur les pattes de la quatrième paire. En fait, comme je l'ai observé déjà, les Pycnogomorphes sont des formes où la différenciation a été fort ancienne, faisant disparaître les palpes, les chélicères, les ovigères de la femelle et tous les orifices génitaux à l'exception du dernier. Les *Pycnogonon* sont tout simplement des *Pentapycnon* à segmentation réduite.

L'intéressante capture faite à la Guyane par le regretté Geay nous montre en outre que les Pycnogonomorphes primitifs, ou *Pentapycnon*, ont réalisé les deux types qu'on observe dans les *Pycnogonon :* le type chagriné, qui offre sa réalisation parfaite dans le *P. Charcoti*, et le type réticulé dont le *P. Geayi* nous offre un magnifique exemple.

Ces deux types, on le sait, se présentent également chez les *Pycnogonon*. Sur les 15 espèces que compte actuellement le genre, 11 appartiennent au type chagriné, les 4 autres à la forme réticulée.

Les *Pycnogonon* chagrinés se trouvent dans toutes les mers, depuis la région boréale où ils ont pour représentant notre espèce vulgaire, le *P. littorale* Str., jusque dans les eaux antarctiques et subantarctiques où ils comptent comme espèces le *P. Gaini* Bouv., le *P. magellanicum* Hoek et le *P. magnirostre* Möb. On les trouve aussi dans les mers tropicales indo-malaises (*P. occa* Loman) et dans la Méditerranée où Dohrn en a signalé deux espèces, le *P. nodulosum* et le *P. pusillum*. J'ai pu me convaincre qu'ils sont également répandus dans les régions atlantiques chaudes : la collection des Pycnogonides du Muséum renferme une espèce capturée par M. de Cessac aux Iles du Cap Vert et que je désignerai, en conséquence, sous le nom de *Pycnogonon Cessaci*. L'animal est de fort petite taille comme le *P. pusillum* dont il ne se distingue que par ses appendices dépourvus de griffes accessoires et par son abdomen cylindrique ou légèrement ovoïde. On trouvera sans doute d'autres formes dans l'Atlantique tropicale, sur-

---

([1]) Les orifices de ces glandes sont particulièrement grands dans les *Colossendeis*.

tout si l'on explore ses profondeurs sublittorales, comme le firent, aux environs de Ceram, les naturalistes du *Siboga*.

Les *Pycnogonon* à téguments réticulés paraissent beaucoup plus rares que les précédents, et bien plus localisés. On en connaissait jusqu'ici trois espèces : deux à pattes fortement tuberculeuses (*P. tumulosum* Loman de la région d'Amboine, *P. cataphractum* Möbius du banc Agulhas), la troisième dépourvue de tubercules appendiculaires (*P. mucronatum* Loman capturé à Sumbawa). A ces trois espèces, il convient d'en ajouter une autre recueillie par M. Geay à Madagascar et, en conséquence, de l'hémisphère sud comme les précédentes. Cette espèce peut être appelée *P. madagascariensis*. Ayant presque la taille de notre *P. littorale* et comme celle-ci de couleur brunâtre, est quelque peu voisine du *P. mucronatum* dont elle se distingue d'ailleurs par sa trompe en tronc de cône obtus, par ses tubercules dorsaux qui ne s'élèvent point en colonnes, par l'absence de tubercules sur les prolongements coxaux, et par son très court abdomen qui se dilate beaucoup d'avant en arrière où il est largement tronqué. J'ai observé sur les pattes de cette espèce, à la partie dorsale de la deuxième coxa, une tache claire identique à celle du *Pentapycnon Charcoti* et, sans doute aussi, comme cette dernière, de nature glanduleuse.

Tandis que les *Pycnogonon* chagrinés sont connus depuis très longtemps, ceux où les dessins de la chitine se disposent en réseau appartiennent aux conquêtes scientifiques toutes récentes; le premier (*P. cataphractum*) fut décrit en 1902 par Möbius, et c'est en 1908 que le *Siboga* découvrit les deux autres. Mais bien que d'aspects très différents les deux types ont à coup sûr une origine fort ancienne, puisqu'ils se trouvent réalisés l'un et l'autre, à la perfection, dans les Pycnogonomorphes primitifs, c'est-à-dire dans les *Pentapycnon*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthérification et saponification directes par catalyse*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

Dans une Communication récente (¹), nous avons fait connaître dans quelles conditions on peut espérer l'éthérification directe des alcools par les acides organiques, au moyen de divers oxydes irréductibles employés comme catalyseurs.

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 358.

Il faut que, dans les circonstances où l'on opère, le catalyseur n'exerce aucune décomposition importante de l'acide. C'est, nous l'avons vu, le cas très net de l'acide benzoïque ou des acides toluiques, pour lesquels *l'oxyde de thorium* fournit une éthérification directe très avantageuse avec les divers alcools primaires, et même secondaires.

L'emploi, comme catalyseur, de *l'oxyde titanique* TiO^2 semblait devoir être particulièrement avantageux, parce qu'il catalyse les acides forméniques plus lentement que l'oxyde de thorium, et que la fonction acide prépondérante de l'hydrate titanique qui lui correspond, doit sans doute procurer une formation très rapide du composé alcoolique intermédiaire instable.

Effectivement, si l'on dirige sur une traînée d'oxyde titanique maintenu à 280°-300° les vapeurs d'un mélange à molécules égales d'un alcool primaire et d'un acide forménique (autre que l'acide formique), on obtient une éthérification intense, atteignant une limite voisine de celle qui avait été observée par Berthelot ou par Mentschukine dans leurs expériences d'éthérification directe.

Le dégagement gazeux, corrélatif d'une certaine destruction de l'acide ou de l'alcool, est dans ces conditions absolument négligeable.

Le temps très court que le mélange des vapeurs met à parcourir le tube à oxyde suffit pour atteindre la limite. Nous avons déjà signalé qu'à la même température, *en l'absence du catalyseur*, la traversée du tube ne détermine qu'une éthérification insensible.

On sait que, dans les réactions limitées, la valeur de la limite n'est pas modifiée par la présence du catalyseur qui a seulement pour effet d'accroître fortement la vitesse avec laquelle cette limite est atteinte. Ainsi dans la décomposition de l'acide iodhydrique, M. Lemoine a montré qu'aux mêmes conditions physiques de température et de pression, la proportion limite d'iode libéré est la même, qu'elle soit obtenue très lentement sans catalyseur, ou très vite au contact de mousse de platine [1].

Dans le cas particulier de l'éthérification, Berthelot a reconnu que la valeur de la limite est peu modifiée par l'élévation de température. Pour la réaction de molécules égales d'alcool éthylique et d'acide acétique, il a indiqué pour cette valeur :

	Pour 100.
A froid (16 ans)	65,2
A 100° (200 heures)	65,6
A 170° (42 heures)	66,5
A 200° (24 heures)	67,3

(1) G. Lemoine, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, 1877, p. 145.

Ces chiffres indiquent, non une fixité absolue de la limite, mais une progression lente avec la température : ils permettaient de prévoir une limite encore un peu plus haute pour l'éthérification réalisée à molécules égales vers 280°-300°.

Rappelons les valeurs des limites obtenues à 155° par Mentschukine pour divers alcools opposés à molécules égales à divers acides (¹) :

			Pour 100.
Acide acétique	+ alcool	méthylique	69,6
»	+ »	éthylique	66,6
»	+ »	propylique	66,9
»	+ »	butylique	67,3
»	+ »	isobutylique	67,4
Acide propionique	+ »	»	68,7
» butyrique	+ »	»	69,5
» isobutyrique	+ »	»	69,5

Nous avons obtenu, à 280°-300°, les limites suivantes :

			Pour 100.
Acide acétique	+ alcool	isobutylique	69,5
» propionique	+ »	méthylique	72,9
» »	+ »	isoamylique	72
» butyrique	+ »	éthylique	71
» »	+ »	isoamylique	72,7
» isobutyrique	+ »	éthylique	71

Ces valeurs sont toutes un peu supérieures aux valeurs correspondantes obtenues à des températures plus basses.

On retrouve d'ailleurs, dans l'éthérification ainsi rendue rapide par la présence du catalyseur, des lois identiques à celles que Berthelot avait formulées.

L'excès de l'un des constituants favorise la limite de combinaison de l'autre.

Nous avons opéré sur 1^{mol} d'acide isobutyrique opposée successivement à 1^{mol}, 2^{mol}, 4^{mol} d'alcool éthylique. La proportion d'acide éthérifié a été :

	Pour 100.
Avec 1^{mol} d'alcool	71,0
Avec 2^{mol} d'alcool	83,5
Avec 4^{mol} d'alcool	91,0

(¹) Mentschukine, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XX, 1880, p. 289, et t. XXIII, 64.

En présence de plus de 10^{mol} d'alcool, l'éthérification de l'acide est à peu près complète, et inversement en présence d'un grand excès d'acide, l'alcool est totalement éthérifié.

Nous avons pu, en profitant de cette indication, préparer facilement les éthers-sels que fournissent deux à deux les alcools *méthylique*, *éthylique*, *propylique*, *butylique*, *isobutylique*, *isoamylique*, avec les acides *acétique*, *propionique*, *butyrique*, *isobutyrique*, *isovalérique*, *caproïque*, etc.

L'alcool benzylique fournit avec ces divers acides des résultats non moins avantageux. La déshydratation de l'alcool en produit résineux $(C^7H^6)^x$, qui est si rapide au contact des oxydes catalyseurs, n'a presque plus lieu en présence des vapeurs acides. Nous avons pu isoler de la sorte les divers éthers-sels, par exemple, l'*isovalérianate de benzyle*, qui n'avait pas été décrit : c'est un liquide d'odeur agréable bouillant à 245°.

Au contraire, il est tout à fait impossible de réaliser sur l'oxyde titanique l'éthérification des divers alcools par l'*acide formique*, parce que ce dernier est très rapidement décomposé au-dessous de 280°.

L'oxyde de thorium peut, dans les réactions qui précèdent, être substitué à l'oxyde titanique; mais il est moins avantageux, parce qu'il dédouble plus vite les acides forméniques. Pourtant, si l'on maintient la température au-dessous de 300°, on peut généralement arriver à éviter tout dégagement gazeux et réaliser les mêmes éthérifications. La supériorité de l'acide titanique, qui est peu marquée pour les acide butyriques, valérique, caproïque, est très manifeste vis-à-vis des acides propionique et acétique, dont le dédoublement par la thorine est trop rapide.

La possibilité d'une *saponification directe* des éthers-sels par l'eau, en présence des oxydes catalyseurs, résulte de l'existence même de la limite dans la formation de ces éthers. Nous avons reconnu qu'elle est facilement réalisée sur l'oxyde titanique entre 280° et 300°. En dirigeant sur cet oxyde le mélange de la vapeur de l'éther-sel et d'un excès suffisant de vapeur d'eau, on totalise la saponification, et l'acide est libéré à peu près tout entier, ainsi que l'alcool, sans qu'il se produise aucune destruction appréciable. C'est ce que nous avons vérifié dans plusieurs cas (acétate d'éthyle, benzoate d'éthyle, etc.).

M. Gustaf Retzius fait hommage à l'Académie du Tome XV (*Neue Folge*) de ses *Biologische Untersuchungen*.

PLIS CACHETÉS.

M. F. de Carlshausen demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 13 janvier 1908 et inscrit sous le n° 7281.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Description d'un transformateur.*

M. César Augusto de Condé demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 3 janvier 1911.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *La résolution du problème de la conquête de l'air.*

(Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Recteur W.-C. Brögger invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes du Centenaire de l'Université royale Frédéricienne de Christiania, qui auront lieu les 5 et 6 septembre 1911.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les prix Nobel en* 1908.

2° Howard Taylor Ricketts *y sus trabajos el tabardillo.*

3° Kungliga Vetenskaps Societetens *i Upsala Tvåhundraårsminne.*

4° *Mission du* Service géographique de l'armée *pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences*, 1899-1906. Tome IX, fasc. I.

5° *Contribution à l'histoire de la Chimie, à propos du Livre de M. Ladenburg sur l'histoire du développement de la Chimie depuis Lavoisier*, par A. Colson. (Présenté par M. Armand Gautier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'indétermination des fonctions uniformes au voisinage de leurs coupures.* Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Émile Picard.

Je veux préciser les résultats relatifs à l'allure de certaines fonctions uniformes au voisinage de certains points de leurs coupures, et montrer comment ces résultats peuvent se déduire, en particulier au moyen d'équations différentielles, de l'étude de la fonction exponentielle.

La fonction $e^{-\frac{1}{x}}$ tend vers zéro quand la variable $x = \xi + i\eta$ tend vers l'origine sur un chemin sur lequel $\xi : \eta^2$ tend vers $+\infty$, par conséquent même sur certains chemins tangents à l'origine à l'axe $O\eta$, mais dont l'origine n'est pas un point ordinaire. Sur un chemin sur lequel $\xi : \eta^2$ ne tend pas vers $+\infty$, la fonction $e^{-\frac{1}{x}}$ est indéterminée : le domaine d'indétermination est une aire ou une ligne ; en particulier il est une ligne si $\xi : \eta^2$ tend vers une limite finie.

Riemann, en étudiant les produits infinis de la théorie des fonctions elliptiques, a établi que la fonction modulaire tend vers une limite quand la variable tend vers un point d'abscisse rationnelle $\frac{m}{n}$ de l'axe réel sur un chemin sur lequel $\eta : \left(\xi - \frac{m}{n}\right)^2$ tend vers l'infini ; la limite est 0, 1 ou ∞, suivant que dans la fraction irréductible $\frac{m}{n}$, n ou m est pair, ou m et n sont impairs ([1]). On peut rattacher ce résultat à l'étude de la fonction exponentielle parce que la fonction modulaire admet au voisinage du point $\frac{m}{n}$ un développement holomorphe suivant les puissances de $e^{\frac{hi}{x-\frac{m}{n}}}$, h désignant une constante négative. Ce développement peut être obtenu par la considération de la substitution parabolique faisant partie du groupe de la fonction modulaire, et dont le point $\frac{m}{n}$ est le point double ; et le procédé ([2]) est

---

([1]) *Werke*, 2ᵉ éd., p. 454. Un passage de la *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes* (t. I, p. 196) peut laisser croire que la fonction modulaire ne tend vers une limite que si la variable tend vers le point $\frac{m}{n}$ sur un chemin normal à l'axe réel.

([2]) Poincaré, *Acta mathematica*, t. I, p. 213 ; Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, p. 338.

applicable au cas général d'une fonction fuchsienne ou kleinéenne et du point double d'une substitution parabolique d'une telle fonction. Dans ce même cas, le développement peut aussi être déduit de l'équation différentielle algébrique du troisième ordre que vérifie la fonction fuchsienne ou kleinéenne.

Les développements de la fonction modulaire et des fonctions connexes suivant les puissances de $e^{i\pi x}$ sont des cas particuliers des développements précédents, dans lesquels le point double de la substitution parabolique considérée est le point $x = \infty$.

D'ailleurs si, sur le chemin décrit par le point x, $\eta : \left(\xi - \frac{m}{n}\right)^2$, sans tendre vers l'infini, finit par être assez grand pour que le point $e^{\frac{hi}{x - \frac{m}{n}}}$ soit intérieur au cercle de convergence du développement holomorphe, ce développement permet encore de déduire du domaine d'indétermination, ligne ou aire, de la fonction $e^{\frac{hi}{x - \frac{m}{n}}}$ sur le chemin considéré le domaine d'indétermination, ligne ou aire, de la fonction modulaire. Il y a donc des chemins tangents à l'axe réel au point $\frac{m}{n}$, et dont ce point est un point ordinaire, sur lesquels la fonction modulaire n'est pas complètement indéterminée.

Jacobi a montré que, si l'on considère une période ω de l'intégrale elliptique comme fonction du rapport des périodes x, cette fonction satisfait à une équation différentielle algébrique du troisième ordre (¹); cette équation est équivalente au système

$$y(1-y)\frac{d^2\omega}{dy^2} + (1-2y)\frac{d\omega}{dy} - \frac{\omega}{4} = 0, \qquad \frac{\omega_1(y)}{\omega(y)} = x,$$

$\omega(y)$ et $\omega_1(y)$ désignant deux intégrales distinctes de l'équation linéaire. Pour un choix convenable des constantes d'intégration, la fonction $y(x)$ définie par le système précédent est la fonction modulaire ; et il résulte de ce système que, quand la fonction modulaire tend vers 0 ou 1, la fonction $\omega(x)$ correspondante tend vers l'infini, et quand la fonction modulaire tend vers l'infini, la fonction $\omega(x)$ tend vers zéro.

Or la fonction $\omega(x)$ admet comme la fonction modulaire l'axe réel

---

(¹) *Journal de Crelle*, t. 36.

comme coupure, et peut être définie par la série

$$\sqrt{\frac{2\omega(x)}{\pi}} = 1 + 2e^{i\pi x} + 2e^{4i\pi x} + 2e^{9i\pi x} + \ldots$$

qui converge au-dessus de cet axe. La transformation $e^{i\pi x} = q$ fait correspondre à la série précédente la série entière

$$1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + 2q^{16} + \ldots,$$

dont le cercle de convergence est le cercle de rayon 1, et qui admet ce cercle comme coupure. Cette série, pour $q = -1$, a été souvent citée comme exemple de série divergente [1]. Il résulte des remarques précédentes qu'elle tend vers une limite quand le point $q = \rho e^{i\theta}$ tend vers un point du cercle de convergence dont l'argument est commensurable avec π sur un chemin sur lequel $(1-\rho) : \left(\theta - \frac{m}{n}\pi\right)^2$ tend vers l'infini, par conséquent même sur certains chemins tangents au cercle de convergence au point d'argument $\frac{m}{n}\pi$, mais dont ce point n'est pas un point ordinaire. La limite est ∞ ou 0, suivant que les deux nombres m et n ne sont pas ou sont impairs : au point $q = -1$, elle est 0. D'ailleurs la fonction n'est pas complètement indéterminée sur tous les chemins tangents au cercle de convergence au point d'argument $\frac{m}{n}\pi$, et dont ce point est un point ordinaire.

D'autres séries entières de la théorie des fonctions elliptiques peuvent être étudiées d'une manière analogue et ont une allure analogue au voisinage des points du cercle de convergence dont l'argument est commensurable avec π. Telle est la série

$$1 + q^{1.2} + q^{2.3} + q^{3.4} + q^{4.5} + \ldots,$$

qui est en relation simple avec la précédente [2]; au point d'argument $\frac{m}{n}\pi$, cette série a pour valeur-limite 0 ou ∞, suivant que n est pair ou impair. Cette série donne encore, pour $q = i$, un exemple simple de série divergente.

---

(1) Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, p. 7.

(2) Halphen, *Comptes rendus*, 2 mai 1881.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions continues par des polynomes.* Note de M. S. **Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

I. Dans un Mémoire [1] qui vient de paraître, M. de la Vallée Poussin a établi la proposition suivante :

Si $P_n(x)$ *est un polynome de degré n, il est possible de fixer un nombre* K *indépendant de n, tel que l'inégalité*

$$\left| P_n(x) - |x| \right| < \frac{K}{n(\log n)^3} \tag{1}$$

ne puisse certainement avoir lieu sur tout le segment $(-1, +1)$.

D'autre part, dans un autre Mémoire [2] paru il y a plus de deux ans, l'éminent géomètre avait construit des polynomes P_n qui satisfont à une inégalité un peu plus large.

$$\left| P_n(x) - |x| \right| < \frac{K}{n}. \tag{2}$$

II. Ayant obtenu par une méthode différente des résultats analogues et plus complets à certains égards, je me permets d'indiquer brièvement les principaux entre eux.

D'abord, pour ce qui concerne la fonction $|x|$, j'en ai fait une étude spéciale qui m'a permis d'établir non seulement l'impossibilité de l'inégalité (1), mais aussi de fixer un nombre k tel que l'*inégalité*

$$\left| P_n(x) - |x| \right| < \frac{K}{n \log n} \tag{3}$$

ne soit possible pour aucune valeur de n.

III. J'ai obtenu de plus la proposition générale que voici :

S'il existe pour toute valeur de n des polynomes P_n *de degré n (ou inférieur*

---

[1] *Sur les polynomes d'approximation et la représentation approchée d'un angle* (*Bull. de l'Acad. de Belgique*, décembre 1910).

[2] *Sur la convergence des formules d'interpolation entre ordonnées équidistantes* (*Ibid.*, avril 1908).

à n) tels que sur un segment AB *on ait l'inégalité*

$$(4) \qquad |P_n(x) - f(x)| < \frac{K}{n^p (\log n)^{1+\varepsilon}},$$

K *et* ε *étant des nombres positifs indépendants de* n, *et* p *un entier positif également indépendant de* n, *la fonction* $f(x)$ *admet une dérivée finie et continue d'ordre* p *sur le même segment (extrémités exclues).*

Appliquée à la fonction $|x|$ dont la dérivée première est discontinue, notre proposition générale ne permet pas d'affirmer que l'inégalité (4) (avec $p = 1$) ne peut jamais avoir lieu, elle prouve seulement l'existence d'une infinité de valeurs de n, où cette inégalité n'est pas remplie : le résultat spécial indiqué plus haut est donc bien plus précis. Cela tient à la nature particulière de la fonction $|x|$; mais il est aisé de construire des fonctions sans dérivées qui pour une infinité de valeurs de n (pas pour toutes, bien entendu) remplissent l'inégalité (4).

IV. D'ailleurs les méthodes classiques permettent de construire des polynomes P_n et de démontrer la proposition [1] suivante qui est presque la réciproque de la précédente.

Si la fonction $f(x)$ *admet une dérivée finie à variation bornée d'ordre* p, *il est possible de construire pour toute valeur de* n *des polynomes* P_n *de degré* n *au plus, tels qu'on ait*

$$|f(x) - P_n(x)| < \frac{K}{n^p},$$

K *étant indépendant de* n.

J'observerai qu'il est extrêmement probable que la restriction, que la dérivée en question doit être à variation bornée, n'est pas essentielle, mais provient uniquement de l'imperfection des méthodes de démonstration qui ont pour point de départ la représentation des fonctions par des intégrales définies.

V. Quoi qu'il en soit, il résulte des propositions des paragraphes III et IV que *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction* $f(x)$ *admette des dérivées de tous les ordres sur un segment* AB *est qu'il existe pour toute*

---

[1] Pour le cas de $p = 1$, cette proposition a été donnée par M. de la Vallée-Poussin dans son ancien Mémoire cité plus haut.

valeur de n des polynomes P_n *de degré n au plus, tels que sur tout le segment on ait*

$$|f(x) - P_n(x)| < \varepsilon_n,$$

où $n^p \varepsilon_n$ *tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment, quel que soit l'exposant déterminé p.*

VI. Et, enfin, en examinant au même point de vue les fonctions analytiques, j'ai démontré la proposition suivante :

La condition nécessaire et suffisante pour qu'une fonction $f(x)$ *de variable réelle soit analytique (holomorphe) sur un segment* AB, *est qu'il existe pour toute valeur de n des polynomes* P_n *de degré n au plus, tels que sur tout ce segmeut on ait*

$$|f(x) - P_n(x)| < M\rho^n,$$

ρ *et* M *étant des nombres fixes indépendants de n, dont le premier est inférieur à un.*

GÉOMÉTRIE. — *Sur la pentasérie linéaire de corps solides.* Note de **C. Cailler**, présentée par Émile Picard.

Une réclamation de priorité a été soulevée dans les *Comptes rendus* par M. Study à l'occasion des recherches de MM. de Saussure et Bricard sur les systèmes de corps solides. M. Study se réclame du fait que les huit coordonnées homogènes d'un corps solide se trouvent déjà dans un article publié par lui dans les *Math. Annalen* (t. XXXIX, 1891). Sans vouloir prendre parti dans ce débat, il sera permis de rappeler que plusieurs savants ont déjà fait usage de ces huit coordonnées. C'est ainsi qu'elles se trouvent mentionnées dans l'Ouvrage bien connu de M. Tait (*Théorie élémentaire des quaternions*, traduction Plarr, 2e édition, t. II, 1884, p. 165 et suiv.), à propos du problème de la rotation d'un corps solide. Tait présente ces coordonnées comme une modification de celles dont s'était servi Cayley et, avant lui, O. Rodrigues. Aucun de ces auteurs, et c'est là le point essentiel, n'a eu l'idée de considérer ces coordonnées comme déterminant la position d'un solide dans l'espace.

Quoi qu'il en soit, et ainsi que l'a suggéré M. Study, il est avantageux, au point de vue de la symétrie, d'étudier cette nouvelle Géométrie cinématique d'abord dans l'espace non euclidien et de traiter ensuite le cas de

l'espace ordinaire comme cas limite. C'est ce que je me propose de faire pour la pentasérie linéaire et, parmi les trois géométries, c'est celle de Lobatchewski qui est ici la plus simple et la seule que je veux envisager.

Définissons les coordonnées complexes d'une droite par les formules

$$\lambda = l + ip, \qquad \mu = m + iq, \qquad \nu = n + ir,$$

où l, m, n, p, q, r sont les coordonnées pluckériennes ordinaires. On sait que le groupe des mouvements de l'espace hyperbolique est alors un simple groupe orthogonal en λ, μ, ν, mais à paramètres généralement complexes. Ainsi, de même que les mouvements d'une sphère autour de son centre sont déterminés par les coordonnées réelles de Rodrigues e, f, g, h, de même les mouvements d'un corps solide dans l'espace hyperbolique dépendent de quatre quantités complexes

$$(1) \qquad e = e_0 + ie_1, \qquad f = f_0 + if_1, \qquad g = g_0 + ig_1, \qquad h = h_0 + ih_1,$$

entre lesquelles existe la relation

$$e^2 + f^2 + g^2 + h^2 = 1,$$

qui se décompose en

$$e_0^2 + f_0^2 + g_0^2 + h_0^2 - e_1^2 - f_1^2 - g_1^2 - h_1^2 = 1,$$

et

$$e_0 e_1 + f_0 f_1 + g_0 g_1 + h_0 h_1 = 0.$$

La signification des quantités e, f, g, h est au reste fort simple. Si λ, μ, ν désignent les coordonnées de l'axe réel du mouvement hélicoïdal, qui permet d'amener le corps solide de sa première à sa dernière position, α l'angle de rotation, β la translation de ce mouvement hélicoïdal, k le module de la géométrie hyperbolique et

$$u = \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{2k} i,$$

on a

$$(2) \qquad e = \cos u, \qquad f = \sin u . \lambda, \qquad g = \sin u . \mu, \qquad h = \sin u . \nu.$$

On peut montrer que les e, f, g, h suivent, dans la composition des mouvements, les lois ordinaires de la multiplication des quaternions : ce sont des biquaternions.

Enfin la pentasérie linéaire de corps solides est définie par l'équation à constantes réelles :

$$a_0 e_0 + a_1 e_1 + b_0 f_0 + b_1 f_1 + c_0 g_0 + c_1 g_1 + d_0 h_0 + d_1 h_1 = 0,$$

et l'ensemble des corps qui la constituent est obtenu par les mouvements hélicoïdaux, de rotation α et translation β, vérifiant la condition

$$\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}\operatorname{tang\,hyp.}\frac{\beta}{2k}=\text{const.}$$

Le cas particulier de la pentasérie spéciale à constante réelle a lieu quand

$$a_0a_1+b_0b_1+c_0c_1+d_0d_1=0.$$

Les feuillets de la pentasérie qui enveloppent une sphère, une surface équidistante, ou une horisphère, affectent la disposition caractéristique du couronoïde dans le plan.

J'ajoute qu'il est fort aisé de passer de là au cas extrême de la géométrie euclidienne. Des formules (2) dérive alors une interprétation géométrique facile pour les huit coordonnées homogènes d'un corps solide, et la formule (3) se réduit à

$$\beta\operatorname{tang}\frac{\alpha}{2}=\text{const.},$$

forme sous laquelle M. Bricard représente la pentasérie linéaire dans l'espace euclidien.

NAVIGATION. — *Détermination nomographique du chemin parcouru par un navire en cours de mouvement varié.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Bertin.

Le chemin x (exprimé en mètres) que parcourt un navire de déplacement P connu (exprimé en tonnes), à partir du changement d'allure du moteur qui fait passer la vitesse uniforme de la valeur V_0 à la valeur V_1 (exprimées l'une et l'autre en mètres par seconde), est donné en fonction du temps t (exprimé en secondes) par la formule (27′) de la Note récemment publiée dans les *Comptes rendus* par M. Bertin [1], savoir

$$x=70,78\,P^{\frac{1}{3}}\log\frac{[(V_1+V_0)e^{At}+(V_1-V_0)]^2}{4V_1^2e^{At}},$$

où le signe log désigne un logarithme vulgaire et où A est donné par la

[1] Séance du 3 janvier 1911.

formule (24) de la même Note, soit

$$A = 0,0326\,P^{-\frac{1}{3}}V_1.$$

Afin de simplifier un peu l'écriture des constantes, nous poserons

$$70,78\,P^{\frac{1}{3}} = h,$$
$$0,0326\,P^{-\frac{1}{3}} = k.$$

Dès lors, la formule faisant connaître x s'écrira

(1) $$x = h \log \frac{[(V_1 + V_0)e^{kV_1t} + (V_1 - V_0)]^2}{4V_1^2 e^{kV_1t}}.$$

La mise en nombres de cette formule ne laisse pas d'être assez laborieuse; aussi M. Bertin a-t-il bien voulu nous signaler lui-même l'intérêt qu'il y aurait à en obtenir une traduction nomographique.

Pour arriver à cette représentation, nous remarquons d'abord, en posant

$$V_1 + V_0 = \sigma, \qquad V_1 - V_0 = \delta,$$

que, la détermination de ces quantités étant immédiate, nous pourrons les considérer comme des données et, par suite, chercher à obtenir nomographiquement x en fonction de t, V_1, σ et δ, ces variables étant liées par l'équation

(1') $$\sigma e^{\frac{kV_1t}{2}} + \delta e^{-\frac{kV_1t}{2}} = 2V_1\,10^{\frac{x}{2h}}.$$

En vue d'une très sensible simplification dans les dispositions du nomogramme, nous introduirons la variable auxiliaire ω définie par

(2) $$\omega = e^{\frac{kV_1t}{2}},$$

ce qui ramènera l'équation à représenter à la forme

(3) $$\sigma\omega + \delta\omega^{-1} = 2V_1\,10^{\frac{x}{2h}},$$

manifestement représentable par double alignement et réseau à deux cotes, avec charnière rectiligne [1].

Afin, d'ailleurs, de n'avoir à faire aucun calcul numérique auxiliaire, nous construirons, à côté du nomogramme de l'équation (3), celui de

(1) *Traité de Nomographie*, p. 230. *Calcul graphique et Nomographie*, p. 238.

l'équation (2). L'ensemble de ces deux nomogrammes fournira la représentation demandée de l'équation (1).

L'équation (2), si on l'écrit

$$(2') \qquad \log \omega = \frac{k V_1 t}{2} \log e,$$

rentre dans le type canonique des équations représentables au moyen de trois échelles rectilignes non concourantes, dont deux peuvent être prises parallèles, et qu'on peut même, si l'on veut (en prenant une seconde fois les logarithmes) réduire au type à trois échelles rectilignes parallèles ([1]).

Quant à la représentation de l'équation (3), nous l'obtiendrons, si nous prenons la charnière comme axe Bv (chacun des nomogrammes partiels étant construit avec un axe Au différent), en posant

$$(3\ bis) \qquad 2 V_1 10^{\frac{x}{2h}} = v,$$

équation rentrant dans le même type canonique que (2′), puis

$$(3\ ter) \qquad \sigma\omega + \delta\omega^{-1} = v.$$

Pour construire le nomogramme de (3 *ter*), nous poserons (en introduisant le facteur numérique λ destiné à rendre le module sur Au indépendant de celui sur Bv)

$$\sigma = -\frac{u}{\lambda}.$$

Il viendra dès lors, pour l'équation en u et v du réseau (δ, ω),

$$\omega u + \lambda v = \lambda\delta\omega^{-1},$$

d'où, pour les coordonnées des points de ce réseau ([2]),

$$x = \frac{\lambda - \omega}{\lambda + \omega}, \qquad y = \frac{\lambda\delta\omega^{-1}}{\lambda + \omega}.$$

On voit ainsi que les lignes (ω) du réseau sont des parallèles à Oy et les lignes (δ) des hyperboles, qui sont tangentes à AB au point A, et qui découpent sur les lignes (ω) des ponctuelles métriques, disposition très simple, susceptible d'une construction très rapide, analogue à celle que nous

---

([1]) *Traité de Nomographie*, p. 144 et 161. *Calcul graphique et Nomographie*, p. 240 et 248.

([2]) *Tr. de Nom.*, p. 320; *Calc. gr. et Nom.*, p. 306.

avons déjà rencontrée dans nos nomogrammes des équations algébriques des sept premiers degrés [1]. D'ailleurs, la graduation de l'axe des x s'obtiendra elle-même très aisément par projection d'une échelle métrique [2].

En résumé, les deux nomogrammes des équations (2) et (3), l'un N_1 à simple alignement, l'autre N_2 à double alignement, étant construits sur une même feuille, on obtiendra la valeur de x correspondant à des valeurs de V_0, V_1 et t données (après avoir déterminé numériquement les valeurs de $\sigma = V_1 + V_0$ et $\delta = V_1 - V_0$) de la manière suivante :

1° *L'alignement joignant les valeurs de* V_1 *et* t, *sur le nomogramme* N_1, *donnera la valeur de* ω.

2° *L'alignement joignant, sur le nomogramme* N_2, *la valeur de* σ *au point* (ω, δ) *donnera sur la charnière un pivot ; l'alignement joignant ce pivot à la valeur de* V_1 *donnera la valeur de* x.

Observations sur la Note précédente, par M. Bertin.

M. d'Ocagne a traité, par son ingénieuse et savante méthode, les formules relatives au mouvement varié du navire établies dans l'hypothèse que la poussée de l'hélice est constante ($\Pi = \Pi_1$), lorsque le travail développé par le moteur est lui-même constant pendant que la vitesse varie. Les formules établies en supposant constant le travail utile, c'est-à-dire le rendement mécanique du propulseur ($\Pi v = \Pi_1 V_1$), paraissent rebelles à l'emploi des nomogrammes.

Cette détermination nomographique qui permet de traiter, sur une seule épure, toutes les combinaisons entre la vitesse du départ V_0 et la vitesse uniforme finale V_1, est une nouvelle et importante addition aux services déjà rendus par M. d'Ocagne pour la solution de tant de problèmes de Mécanique appliquée.

A défaut de nomogrammes, les calculs numériques ont été faits récemment pour le cuirassé *Justice* dans trois cas :

V_0	6^n	10^n	6^n
V_1	10^n	14^n	14^n

(1) *Tr. de Nom.*, p. 333 ; *Calc. gr. et Nom.*, p. 273 ; voir aussi *Comptes rendus*, 2e sem. 1900, p. 522.

(2) *Tr. de Nom.*, p. 14 ; *Calc. gr. et Nom.*, p. 172.

et pour six valeurs du temps espacées de minute en minute; même limités à ces proportions, ils représentent un très gros travail qui a été exécuté par M. le lieutenant de vaisseau H. Pelle-Desforges. Pour ces calculs, la vitesse v a été conservée comme variable auxiliaire; elle était déterminée d'abord, en fonction du temps t; le parcours x était ensuite calculé en fonction de v.

Les trois combinaisons de vitesses considérées par M. Pelle-Desforges correspondent à trois expériences de changement de vitesse exécutées par la *Justice*. La concordance entre les parcours observés et les parcours calculés est constamment celle indiquée dans ma Note du 3 janvier dernier.

L'hypothèse d'un rendement du propulseur constant, $\Pi v = \Pi_1 V_1$, conduit à des équations très compliquées, même en s'en tenant à l'expression du temps et de l'espace en fonction de la vitesse instantanée v conservée comme variable auxiliaire. Je reproduis ces formules pour corriger une faute de signe dans l'expression de t :

$$x = 47{,}2\,P^{\frac{1}{3}} \log \frac{V_1^3 - V_0^3}{V_1^3 - v^3}, \tag{13}$$

$$t = \frac{P^{\frac{1}{3}}}{0{,}0489\,V_1}\left[\log\text{nép.}\,\frac{(V_1 - V_0)\sqrt{V_1^2 + V_1 v + v^2}}{(V_1 - v)\sqrt{V_1^2 + V_1 V_0 + V_0^2}} - \sqrt{3}\,\text{arc tang}\,\frac{V_1 + 2v}{V_1\sqrt{3}} + \sqrt{3}\,\text{arc tang}\,\frac{V_1 + 2V_0}{V_1\sqrt{3}}\right]. \tag{18}$$

M. Henri Bertin, capitaine d'artillerie, a eu le courage et la constance d'appliquer ces formules aux quatre combinaisons des vitesses suivantes :

V_0..............	6^n	14^n	10^n	0^n
V_1..............	14^n	6^n	14^n	10^n

La comparaison entre les chiffres obtenus et les résultats d'expériences les plus voisins est défavorable à l'hypothèse $\Pi v = \Pi_1 V_1$. Ce résultat négatif était intéressant à connaître, les nomogrammes de M. d'Ocagne se trouvant ainsi à correspondre à la supposition la mieux confirmée par les faits. Ils pourront, plus commodément et aussi sûrement qu'aucun calcul, fournir, même sans nouvelles expériences, toutes les données nécessaires aux manœuvres de tactique comportant un changement de vitesse.

Relativement à celui des mouvements variés du navire qui échappe aux deux hypothèses approximatives essayées au sujet de la poussée, celui où la poussée est nulle, le moteur étant stoppé, je viens de recevoir de M. le contre-amiral Gaschard des résultats tout à fait probants sur l'exactitude de la formule algébrique. L'expérience de stoppage a été faite sur la

Justice à la vitesse de 12 nœuds. Les résultats entre les deux vitesses de 12 et de 5 nœuds, sont les suivants :

Temps depuis le stoppage.	Espace parcouru, calculé.	Espace parcouru, mesuré.
1 minute	328 m	330 m
2 minutes	605	600
3 minutes	832	825
4 minutes	1033	1030
5 minutes	1211	1200

Si la concordance montre l'exactitude des formules, sa continuité prouve aussi l'extraordinaire précision des mesures expérimentales. On ne pouvait pas s'attendre à moins, sachant que les expériences étaient dirigées par un manœuvrier comme le contre-amiral Gaschard et que la *Justice* est commandée par le capitaine de vaisseau Schwerer, fils d'un contre-amiral qui fut l'un des meilleurs marins de son temps.

PHYSIQUE. — *Sur la durée de la phosphorescence des sels d'uranyle.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que la durée de l'émission de lumière par phosphorescence est d'autant plus grande que la température est plus basse ([1]). M. Lenard ([2]) a montré qu'on peut envisager, pour chaque bande de phosphorescence, trois états ou phases : la phase chaude, dans laquelle l'émission se produit au fur et à mesure de l'excitation (fluorescence); la phase permanente, où l'émission se prolonge après l'excitation; la phase froide, qui correspond à un emmagasinement de l'énergie lumineuse, sans émission. Ces trois phases se fondent graduellement l'une dans l'autre.

Dans un travail précédent ([3]), on a vu que certains sels d'uranyle présentent une propriété remarquable : même à la température, extrêmement

([1]) Edmond Becquerel, *La Lumière*, t. I, p. 390.

([2]) Lenard et Klatt, *Ann. de Phys.*, t. XV, 1904, p. 225, 425, 633; Lenard et Sem Saeland, *Ann. de Phys.*, t. XXVIII, 1909, p. 476; Lenard, Kamerlingh Onnes et Pauli, *Comm. Leiden*, n° 111; Lenard, *Heidelberg. Akad. Wissensch.*, 11 déc. 1909.

([3]) Henri et Jean Becquerel et H. Kamerlingh-Onnes, *Akad. Amsterdam*, 23 avril 1909. *Comm. Leiden*, n° 110; *Comptes rendus*, t. 150, p. 647; *Ann. de Ch. et de Phys.*, 8e série, t. XX, p. 145.

basse, de solidification de l'hydrogène (— 259° ou 14° absolus), ils ne manifestent guère que la phase chaude. Non seulement ils ne donnent pas de thermoluminescence pendant le réchauffement, et par conséquent n'emmagasinent à basse température aucune énergie d'une façon durable, mais encore ils cessent de paraître lumineux dès qu'on supprime la lumière excitatrice.

Il était donc très important de rechercher si la durée de phosphorescence est, pour ces substances, indépendante de la température. J'ai examiné quelques sels d'uranyle dans le phosphoroscope (Edmond Becquerel) ([1]): entre les deux disques de l'appareil, deux tubes identiques, contenant chacun un échantillon du même corps, sont placés à côté l'un de l'autre. Un seul de ces tubes (tubes vacuum) est rempli d'azote liquide. On peut ainsi comparer directement les émissions à — 193° et à la température ordinaire.

La phosphorescence du verre, variable avec la température, gêne un peu les observations, mais on parvient à bien la distinguer de la lumière émise par le corps étudié.

Un certain nombre de sels d'uranyle, principalement les sels à acides organiques, simples ou doubles, *acétates*, *tartrates*, *oxalates* ... suivent nettement la règle habituelle : ils ont à basse température une phosphorescence notablement plus longue qu'à la température ordinaire; à — 193°, quelques-uns restent même lumineux quelques secondes quand on sort le tube du phosphoroscope.

D'autres sels encore, tels que le *chlorure d'uranyle*, l'*autunite*, sont à la température de l'azote liquide un peu plus persistants qu'à la température du laboratoire.

Mais d'autre part, les *sulfates* (simples et doubles) et le *nitrate d'uranyle ne manifestent aucun changement dans la durée de l'émission.* Dans le phosphoroscope l'apparition de lumière se fait au même instant pour l'échantillon refroidi par l'azote liquide et pour celui qui est resté à la température ordinaire (ou même qui a été porté à une température plus élevée).

Les sulfates sont peut-être un peu plus lumineux à basse température. Quant au nitrate d'uranyle, il présente, sous tous rapports, une fixité remarquable : si on le chauffe, il fond dans son eau de cristallisation, mais depuis la température à laquelle la cristallisation se produit jusqu'à la tem-

---

([1]) Edmond Becquerel, *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. LV, 1859, p. 5.

pérature de — 190° il ne paraît y avoir aucun changement, ni dans la durée, ni dans l'intensité de la lumière émise.

On se rend compte de ce fait en produisant des oscillations dans la vitesse de rotation du phosphoroscope : les deux échantillons de sulfate d'uranyle, l'un à 20°, l'autre à — 193°, subissent ensemble des variations de luminosité identiques.

Diverses propriétés des sels d'uranyle nous ont fait penser que le mécanisme de la phosphorescence pouvait, pour ces corps, être localisé dans le radical uranyle (¹). Malgré la variabilité manifestée par certains sels, la constance de la durée de la phosphorescence dans d'autres composés est tout à fait d'accord avec cette hypothèse. Il resterait à savoir si cette fixité du phénomène persiste jusqu'aux plus basses températures réalisables. Il y aura lieu d'entreprendre un examen plus approfondi de ces questions, en étudiant à diverses températures, d'une part la loi d'excitation, d'autre part la loi d'extinction de la phosphorescence.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les relais et servomoteurs électriques.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. P. Villard.

Un bon relais serait celui qui commencerait à fonctionner pour une action initiale aussi faible qu'on voudrait, dans lequel il n'y aurait aucun frottement, qui proportionnerait la puissance transmise à celle qu'il recevrait ; mais où l'organe récepteur dans lequel une grande puissance serait mise en jeu n'exercerait aucune réaction contre l'organe récepteur où la puissance disponible pourrait être très faible. Les relais actuellement en usage ne satisfont pas en général à toutes ces conditions.

Nous allons voir qu'il est possible de répondre en principe d'une manière complète à ce programme au moyen de relais empruntant leur énergie à une distribution de courants alternatifs.

Ces relais ont deux organes mobiles, *le transmetteur* et *le récepteur*. C'est le transmetteur qu'on manœuvre et son déplacement, qui n'exige qu'une infime dépense d'énergie, entraîne un déplacement proportionnel du récepteur. Ce récepteur a une grande force directrice propre et une période d'oscillation assez courte qui lui permet d'obéir rapidement. Les mouve-

(¹) Henri et Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *loc. cit.*

ments du récepteur n'ont, par contre, aucune réaction sur le transmetteur : le transmetteur commande violemment le récepteur, mais il n'est absolument pas commandé par lui.

Le problème à résoudre, un peu paradoxal, comporte en réalité une multitude de solutions. J'en décrirai seulement une qui est assez simple.

Le transmetteur et le récepteur sont formés chacun par un cadre galvanométrique qui peut tourner librement, sans aucun ressort de rappel, dans un champ magnétique alternatif. Les deux cadres sont reliés métalliquement borne à borne, avec interposition d'une self-induction. Le cadre transmetteur est shunté à la fois par une résistance et par une capacité montées en parallèle. Cette dernière capacité est réglée de manière que le circuit bifurqué extérieur au cadre transmetteur soit équivalent à une résistance sans capacité ni self.

On établit enfin une différence de phase entre les champs magnétiques du récepteur et du transmetteur. Le champ du transmetteur est mis en retard d'une quantité juste égale au retard que présenterait un courant traversant le cadre transmetteur par rapport à une force électromotrice qui lui donnerait naissance et qui aurait été créée dans le cadre récepteur.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil :

Le cadre transmetteur se trouvant d'abord dans la position où il n'est traversé par aucun flux, faisons-le tourner d'un angle donné à partir de cette position initiale. Il s'y développe des courants induits; mais leur phase est telle que le champ magnétique qui les produit ne réagit pas sur eux. Le cadre transmetteur est donc resté entièrement libre, bien que sa position actuelle lui permette de puiser dans l'électro-aimant, comme dans un transformateur, un débit d'énergie qui peut être considérable.

Une partie du courant du transmetteur est dérivée dans le circuit du récepteur, avec un retard de phase dû à la self-induction, retard qui s'ajoute à celui qu'on a établi entre les phases des deux champs magnétiques. En raison de ce double retard, le courant n'est pas en quadrature avec le champ, et le cadre récepteur commence à tourner : c'est bien le résultat qu'il fallait obtenir.

Par contre, le mouvement du récepteur ne réagit pas sur le transmetteur, parce que maintenant les deux retards égaux se retranchent et que les courants arrivant dans le transmetteur sont en quadrature avec le champ magnétique. Le transmetteur continue donc à rester entièrement libre, bien qu'il ait forcé violemment le récepteur à se déplacer.

Les courants qui sont induits par les déplacements du cadre récepteur ont cependant un effet utile. En raison de leur retard de phase, ils tendent à ramener le cadre récepteur vers une position d'équilibre, celle où il coupe un flux nul : ils agissent exactement comme le ferait un ressort élastique. C'est leur action qui limite la rotation

du cadre récepteur et lui donne, à notre gré, par le réglage de la self, tel degré de stabilité que nous désirons [1].

Remarquons encore que, les équations étant linéaires, les déplacements du récepteur sont proportionnels à ceux du transmetteur et que le rapport d'amplification est indépendant du voltage du réseau. Il est indépendant aussi dans une très large mesure des variations de la fréquence.

Les relais du genre de celui qui vient d'être indiqué paraissent pouvoir rendre quelques services. Je me contenterai de signaler leur application possible pour commander électriquement un robuste enregistreur à plume au moyen d'un appareil délicat quelconque dont on n'aurait pu inscrire directement les déplacements que par un procédé photographique.

Ces prévisions théoriques ont été contrôlées par l'expérience. Les essais ont été faits dans les ateliers de M. Carpentier, à qui je tiens à exprimer tous mes remercîments pour son aimable collaboration et pour les précieux concours dont j'ai pu disposer chez lui à cette occasion.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des longueurs d'ondes hertziennes.* Note de M. Ferrié, présentée par M. P. Villard.

Pour mesurer les longueurs d'ondes hertziennes employées en T. S. F., nous avons indiqué tout d'abord (*Comptes rendus*, 25 mai 1903) un procédé applicable aux courtes longueurs d'onde et consistant à mettre en dérivation sur l'antenne un fil horizontal dont on fait varier progressivement la longueur. Un ampèremètre thermique, placé à l'origine du fil, indique alors que le courant passe par une série de maxima successifs qui correspondent à autant de résonances. La longueur de fil qu'il faut ajouter pour passer d'un maximum au suivant est précisément égale à la demi-longueur d'onde cherchée.

Nous avons ensuite créé un type d'*ondemètre*, formé d'un circuit contenant une self à variations fractionnées, un condensateur variable et un ampèremètre thermique. Le mode d'emploi de cet appareil et des instruments

---

[1] Un cadre galvanométrique entièrement libre, dépourvu de tout ressort élastique et placé dans un champ magnétique alternatif, est donc rappelé vers le zéro par un couple dont on est maître. Cela constitue un appareil susceptible d'assez nombreuses applications. Aussi bien que les appareils à deux cadres, il peut servir d'ohmmètre, de fréquencemètre, etc. Très robuste et d'une grande sensibilité, il a encore la propriété précieuse de donner des indications indépendantes des variations de voltage du réseau qui l'alimente.

similaires est bien connu. La graduation en est faite, soit empiriquement, soit par le calcul.

Pour éviter l'emploi d'un condensateur à variation continue, dont la construction est délicate et la graduation incertaine, nous avons également imaginé un modèle d'appareil dans lequel la capacité est fixe, ou à variation fractionnée, tandis que la self peut varier d'une manière continue par couplage variable avec un anneau de cuivre constituant un circuit secondaire fermé sur lui-même.

Enfin, pour éviter d'avoir à faire une manœuvre quelconque de self ou de capacité variables, nous avons établi un autre type d'*ondemètre*, utilisant le principe des appareils à deux aiguilles (*Comptes rendus*, 10 janvier 1910), et qui donne la longueur d'onde d'un circuit oscillant par l'observation du point de croisement des deux aiguilles par rapport à un abaque tracé sur le cadran.

Quel que soit le modèle d'*ondemètre*, le plus difficile est de le graduer correctement. On opère généralement par comparaison avec un circuit de forme géométrique simple, et contenant un condensateur réglable gradué. Cette méthode ne paraît pas donner une sécurité complète en raison des difficultés de mesure des faibles capacités, et de l'incertitude de la correction à faire pour le cas de courants de haute fréquence.

Le procédé ci-après semble devoir donner une précision plus grande, car il exige seulement le calcul des self-inductions de circuits de forme géométrique régulière et simple, et la mesure de résistances ohmiques, auxquelles il est aisé d'apporter la correction due au *skin-effect*.

Considérons deux cadres rectangulaires, parfaitement symétriques l'un par rapport à l'autre et disposés de telle sorte qu'un certain plan contienne un côté de chacun d'eux. L'un des cadres a de grandes dimensions; de plus, il est constitué par du fil de cuivre de très faible résistance; l'autre cadre a des dimensions aussi réduites que possible et une très grande résistance ohmique. Dans chacun des cadres et sur les côtés situés dans le plan dont il est question plus haut, est intercalé un ampèremètre thermique dont les bornes sont directement fixées aux extrémités du fil dilatable, celui-ci étant exactement placé dans l'alignement du côté du cadre dans lequel il est intercalé, afin de conserver au circuit sa forme géométrique simple. Tous les fils (thermiques et côtés des cadres) ont le même diamètre.

Les deux cadres sont montés en parallèle, les points de jonction étant très voisins l'un de l'autre, près des ampèremètres thermiques. Ces points sont reliés à deux longs conducteurs, câblés ensemble pour éviter qu'il n'agissent

sur les cadres, et réunis d'autre part aux extrémités d'un enroulement de 2 ou 3 spires, placé à une grande distance, et qu'on fait traverser par un flux oscillant.

Chacun des cadres est alors parcouru par un courant dont on peut mesurer exactement l'intensité efficace au moyen des ampèremètres thermiques. Si le flux oscillant n'est pas *entretenu*, il est nécessaire de produire un grand nombre d'étincelles à la seconde pour éviter l'influence des différences de *lancer* et d'amortissement des deux aiguilles.

Soient E la force électromotrice efficace existant entre les points communs aux deux cadres; I_1, I_2 les intensités dans les deux circuits; L_1, L_2 les self-inductions de ceux-ci; R_1, R_2 leurs résistances totales corrigées; ω la pulsation inconnue. Si l'on est en situation de pouvoir appliquer les lois des courants sinusoïdaux, on a

$$E = I_1\sqrt{R_1^2 + L_1^2\omega^2},$$
$$E = I_2\sqrt{R_2^2 + L_2^2\omega^2},$$

d'où

$$\omega = \frac{R_2^2 I_2^2 - R_1^2 I_1^2}{L_1^2 I_1^2 - L_2^2 I_2^2}.$$

Nous avons effectué des mesures avec un dispositif de ce genre dont les cadres avaient les dimensions suivantes :

Premier cadre : côtés de $100^{cm},2$ et $107^{cm},0$; fil de cuivre de $0^{cm},04$.
Deuxième cadre : côtés de $20^{cm},8$ et $93^{cm},0$; fil de maillechort de $0^{cm},04$.

Les résistances mesurées étaient de 0,971 ohm pour le premier cadre et 12,52 ohms pour le second. Les corrections à faire pour tenir compte du *skin-effect* sont négligeables pour les fréquences de 100000 à 200000.

La self calculée pour le premier cadre était de $6,446 \times 10^{-6}$ henry et celle du deuxième de $3,049 \times 10^{-6}$ henry.

Dans un cas particulier, par exemple, où un circuit oscillant était excité par des étincelles courtes et très fréquentes, les aiguilles des ampèremètres étant à peu près au milieu de la graduation, on a trouvé, par plusieurs mesures, pour la longueur d'onde de ce circuit, des valeurs qui étaient comprises entre 1950^m et 1980^m.

Les deux ampèremètres peuvent être remplacés par un appareil unique à deux aiguilles. Le tracé des courbes se fait alors de la manière suivante :

Pour une pulsation donnée ω on détermine les résistances apparentes ρ_1 et ρ_2 des deux cadres pris isolément.

On les soumet ensuite à des forces électromotrices *continues* égales entre elles, et l'on ajoute les résistances nécessaires pour reproduire ρ_1 et ρ_2. Il suffit alors de faire varier la valeur commune de ces forces électromotrices pour que le point de croisement des deux aiguilles décrive la courbe qui correspond à la valeur donnée de ω. On procède de même pour les autres pulsations.

Un ondemètre ainsi constitué peut servir d'étalon secondaire pour la graduation d'ondemètres de tous systèmes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les mélanges d'acide acétique avec les liquides normaux.* Note de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente [1] j'ai montré théoriquement que la variation de volume produite par le mélange d'une quantité déterminée d'un même liquide associé avec un nombre constant de molécules des divers corps normaux est la même, s'il n'y a pas réaction chimique entre les constituants du mélange.

Les mélanges d'acide acétique avec le toluène, le bromure d'éthylène, le bromure de propylène normal, vérifient particulièrement bien cette proposition.

Voici quelques-uns des résultats obtenus; tout y est rapporté aux poids des molécules gazeuses non polymérisées.

Acide acétique-toluène.

Fraction moléculaire de $C^2H^4O^2$.	Dilatation rapportée à 1 mol : g total.
	cm³
0,28879	0,509
0,49541	0,693
0,58264	0,713
0,67269	0,692
0,82039	0,511

Acide acétique-bromure d'éthylène.

0,36230	0,63208	0,83451
$0^{cm^3},588$	$0^{cm^3},686$	$0^{cm^3},476$

Acide acétique-bromure de propylène.

0,47396	0,70310
$0^{cm^3},662$	$0^{cm^3},662$

L'examen des courbes obtenues graphiquement montre qu'au voisinage du maximum de dilatation les résultats concordent à 4 pour 100 près.

L'acide acétique et le xylène (mélange des 3 isomères) donnent une courbe très voisine de la courbe due au toluène jusqu'à la teneur en acide acétique 0,44; ensuite, les deux courbes s'éloignent; la différence (en faveur du xylène) est toujours inférieure à $0^{cm},04$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 754.

L'acide acétique et le bromure d'éthyle donnent, pour la teneur 0,61 en en acide acétique, la même déviation que le toluène ($0^{cm^3},71$); la différence est en faveur du bromure d'éthyle pour les teneurs inférieures, du toluène pour les teneurs supérieures: elle n'atteint jamais $0^{cm^3},05$.

Ces écarts me paraissent dus à une faible polymérisation du xylène et à une légère action chimique entre $C^2H^4O^2$ et C^2H^5Br.

En tenant compte des actions chimiques secondaires, toujours possibles, ma proposition me paraît donc suffisamment vérifiée par les cinq mélanges précédents. J'ai d'ailleurs, dans une première approximation, négligé l'action physique de la pression intérieure (1).

Ainsi, contrairement à l'assertion de Van Laar (2) (pour H^2O et C^2H^5OH), l'expérience montre, tout au moins dans le cas de l'acide acétique, que la dépolymérisation est accompagnée non d'une contraction, mais d'une dilatation.

Les mélanges benzéniques s'éloignent nettement des précédents. Les dilatations y sont toujours trop fortes. Dans l'état actuel je ne puis donner aucune explication de ce fait.

Les mélanges d'acide acétique avec C^6H^5Cl, C^6H^5Br, $C^2H^4Cl^2$, $NO^3C^2H^5$ donnent des dilatations nettement inférieures à celles des mélanges précédents.

Les mélanges avec l'éther donnent même une forte contraction.

Ces corps paraissent donc réagir chimiquement, d'une façon appréciable, sur l'acide acétique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un procédé pratique de préparation des membranes semi-perméables, applicable à la mesure des poids moléculaires.* Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. E. Roux.

L'étude expérimentale du mécanisme de l'osmose nécessite actuellement une réalisation pratique des membranes semi-perméables. Si la méthode de Pfeffer reste d'une exécution fort difficile, le procédé suivant, que j'ai établi avec la collaboration de M. de Tonnay-Charente, conduit au résultat sans aucune cause d'insuccès.

(1) Tamman, *Ueber die Beziehung zwischen den inneren Kräften und Eigenschaften der Losüngen*, 1907, et Biron, *J. Soc. ph.-ch. russe*, t. XLI, 1909, p. 569, et t. XLII, 1910, p. 188.

(2) Van Laar, *Zeit. f. ph. Ch.*, t. XXXI, 1899, p. 1.

J'ai pris comme support filtrant la membrane tubulaire en collodion, préparée selon la technique de MM. E. Roux et Salimbeni, dont ils ont signalé la propriété d'arrêter, d'une façon absolue, tous les microbes d'un liquide donné; cette membrane retient aussi les granules ultramicroscopiques d'un colloïde, mais elle se laisse traverser par toute solution parfaite, comme une dissolution de saccharose.

J'ai constaté que cette propriété filtrante pouvait être modifiée complètement par le séjour, dans une solution de gélatine, du tube de collodion, contenant une solution tannique.

Si, en effet, après ce traitement, on le plonge, rempli d'un liquide sucré, dans l'eau pure, il ne laisse passer qu'une proportion infime de sucre, après plusieurs semaines de contact; la *semi-perméabilité* est d'autant plus parfaite que la précipitation gélatino-tannique a été de plus longue durée. La membrane est devenue, en fait, imperméable aux molécules dissoutes, en restant perméable à l'eau pure; elle a acquis une propriété fondamentale des enveloppes cellulaires; remplie d'eau distillée, elle se *fane*, comme un végétal, si on l'immerge dans une solution saline concentrée; elle se gonfle et se brise, selon le phénomène de *plasmolyse*, lorsque, pleine d'une solution sucrée et bouchée hermétiquement, on la met au contact d'eau pure.

Une telle cellule peut se prêter aisément à l'étude de l'osmose; je l'ai utilisée pour la mesure des poids moléculaires des corps solubles dans l'eau, selon la loi des solutions de Van't Hoff. On sait l'intérêt que présenterait, en Chimie générale, la réalisation de cette méthode; son incomparable sensibilité se révèle par le fait qu'une solution millinormale d'un corps pur donné, dont l'abaissement cryoscopique n'est plus mesurable, possède encore une pression osmotique équilibrée par une colonne d'eau de 23^{cm}.

Une difficulté, cependant, subsiste dans l'application directe de ces membranes fragiles, qui se distendent et se rompent sous une faible pression; pour supprimer cet obstacle, j'ai adopté une armature cylindrique, en toile métallique, terminée par deux douilles en métal, appareil qu'il suffit d'immerger dans le collodion pour constituer une membrane armée, résistant, sans changement de volume appréciable, à une pression de 2^{atm}; par la formation interne, déjà décrite, du coagulum de ferrocyanure cuivrique, ou de gélatine-tannin, on obtient une cellule osmotique à volume constant, qu'on peut fermer par un bouchon, traversé par un tube capillaire; les variations de niveau du liquide à étudier, à l'intérieur de ce tube, indiqueront un changement de volume ou de pression qui peut conduire à la détermination des poids moléculaires de deux façons différentes :

D'abord, on peut facilement vérifier *l'isotonie* de deux solutions, l'une intérieure, l'autre extérieure à la cellule, avec une très grande précision, incomparablement supérieure à celle de la méthode de Vries; le tube capillaire émergeant étant disposé horizontalement, on peut parfaitement apprécier, par le déplacement du ménisque liquide, un changement de volume de la solution de $\frac{1}{10000}$ de centimètre cube.

Si le liquide extérieur est une solution de saccharose pur, de concentration connue, on pourra, par des additions mesurées d'eau distillée, diluer cette solution, trop concentrée, jusqu'à ce que le ménisque reste immobile, à température constante; les deux solutions sont alors isotoniques, et connaissant la concentration en grammes de la substance du liquide interne, on en déduira son poids moléculaire.

D'autre part, j'ai effectué la même mesure en évaluant directement la pression osmotique, c'est-à-dire la hauteur du ménisque, diminuée d'une correction capillaire, dans le tube vertical, au-dessus du niveau d'eau extérieur, lorsque l'équilibre est atteint, après une ascension continue; les expériences ont été poursuivies avec des solutions exactement titrées de saccharose, lactose, mannite, glucose, à des concentrations généralement voisines de la millinormale, inférieures par conséquent à celles du travail classique de Pfeffer.

Il était préférable, dans ce cas où les poids moléculaires sont connus, de vérifier l'obtention de la constante de Van't Hoff.

Contrairement à mon attente, celle-ci fut toujours inférieure, d'environ $\frac{1}{5}$ de sa valeur, au nombre théorique de Van't Hoff : ainsi une solution de saccharose à $0^{g},2305$ pour 100 devrait donner théoriquement, à 18°, une hauteur d'eau de $1^{m},64$; expérimentalement, j'ai obtenu $1^{m},36$; la dénivellation, évaluée en colonne de mercure, équivaut à 2^{cm}.

Quelles sont les causes possibles de ce fait. Y a-t-il imperfection de la membrane? Celle-ci n'abandonne au liquide extérieur, après 3 semaines, que $\frac{1}{100}$ du sucre intérieur; on sait d'ailleurs actuellement que la semi-perméabilité ne peut être absolue, car elle dépend de la structure incessamment variable d'un précipité colloïdal. Y a-t-il eu, d'autre part, une absorption de matière dissoute par la membrane? J'ai vérifié qu'il n'en était rien, pour les substances étudiées.

Au reste, si la méthode peut être ainsi, dès maintenant, appliquée avec une correction finale, on trouve dans les nombres de Pfeffer de semblables dénivellations : se rattacheraient-elles à une cause générale, dont l'importance relative augmenterait avec la dilution de la matière dissoute?

PHYSICO-CHIMIE. — *La nitrification par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La combinaison de l'azote avec l'oxygène a été depuis quelques années l'objet de nombreux travaux, portant soit sur la synthèse des gaz libres à haute température, soit sur la nitrification naturelle des composés organiques azotés ou ammoniacaux: cette dernière est due à des microorganismes, comme on le sait depuis les travaux classiques de MM. Schlœsing et Müntz; elle se fait en deux stades: un premier ferment amenant l'azote ammoniacal au stade nitreux, et un second ferment peroxydant l'azote nitreux jusqu'au stade nitrique.

Nous avons signalé précédemment (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1517) et vérifié à nouveau, que les rayons ultraviolets ne réalisent pas la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène à dose appréciable, même en présence d'eau ou de solutions alcalines.

Par contre, nous avons trouvé que les facultés oxydantes des rayons ultraviolets dont nous avons indiqué tant et de si frappants exemples (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1327) leur permettent de *réaliser la nitrification à la température ordinaire*, *mais jusqu'au stade nitreux seulement*.

C'est là un nouveau cas à joindre à ceux décrits précédemment (synthèse chlorophyllienne, photolyse des solutions ou corps fermentescibles, etc.) où ces rayons produisent des actions analogues à celles des ferments ou des êtres vivants.

Au point de vue pratique, ce procédé paraît susceptible de concurrencer dans l'avenir les procédés industriels d'oxydation de l'azote à haute température, employés aujourd'hui, dont le rendement maximum est limité, par la théorie, à quelques centièmes.

Nous avons employé des corps rigoureusement purs et exempts de composés nitrés, ce dont nous nous assurions en faisant parallèlement les réactions de la nitrification sur les solutions témoins et sur les solutions exposées aux rayons; les durées d'exposition étaient de 3 à 9 heures à des distances de 3^{cm} à 6^{cm} de la lampe 110 volts; la température des solutions ne dépassait pas 35° à 50°.

Nitrification de la solution aqueuse d'ammoniaque. — 1° *Par l'oxygène pur :*

50$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse à 4 pour 100 d'ammoniaque sont mis en présence de 15$^{cm^3}$ d'oxygène. Après exposition, la solution décolore le permanganate de potasse en solution acide; dégage du gaz bioxyde d'azote en présence d'une solution de sulfate ferreux, qui se colore fortement en brun; colore le réactif de Griess. Ces réactions indiquent des nitrites, mais on ignore s'il y a ou non des nitrates. Pour le voir, une partie du liquide du ballon est traitée par le sulfate ferreux à chaud; les nitrites sont décomposés avec dégagement gazeux; après 1 heure de repos, la solution est examinée avec le sulfate de diphénylamine qui n'a pas d'action; donc, absence de nitrates.

L'oxydation s'est arrêtée au stade nitreux.

2° *Par l'oxygène de l'air.* — De même, on a constaté la formation de nitrites, mais on n'a pu déceler de nitrates. Un titrage au permanganate indique 6^{mg} d'acide nitreux par litre.

Nitrification des solutions aqueuses de sels ammoniacaux en présence de l'air. — Nous avons étudié les sels d'un acide faible (*bicarbonate d'ammoniaque*) où l'ammoniaque faiblement combinée est partiellement libérée par hydrolyse en solution aqueuse, puis de deux acides forts (*sulfate d'ammoniaque*, *chlorhydrate d'ammoniaque*) stables en dissolution. Il y a eu formation de nitrites dans les trois cas, bien que plus lentement dans les deux derniers, comme on en juge par les colorations du réactif de Griess.

Nitrification des corps organiques azotés en présence d'air. — 1° *Solution aqueuse d'urée à* 10 *pour* 100. — Nous avons indiqué déjà (*Comptes rendus*, t. 151, p. 481) que cette solution était décomposée par la lumière ultraviolette avec formation d'ammoniaque. Nous avons constaté ensuite la formation de nitrite en présence d'air. *La transformation de l'azote organique en azote ammoniacal est donc le premier stade de la nitrification de l'urée aussi bien par les rayons ultra-violets que par les ferments*, ce qui montre combien l'analogie entre ces deux processus est étroite [1].

2° *Solutions aqueuses de corps organiques azotés variés.* — Nous avons constaté de même la nitrification de corps azotés divers en solution : méthylamine, éthylamine, éthylène-diamine, guanidine, acétoxime, hydroxylamine, acétamide, acétonitrile, etc.

Rétrogradation des composés nitriques a l'état nitreux. — L'oxydation

---

(1) Cette analogie se poursuit dans l'influence du milieu, une acidité, même légère, empêche la nitrification par la lumière, comme par les ferments.

par la lumière s'arrêtant au stade nitreux, il importait de voir *si les composés nitriques seraient rétrogradés au stade nitreux*. C'est en effet ce qui a lieu.

Dans une solution de *nitrate d'ammoniaque* AzO^3AzH^4 exposée aux rayons, il se forme du nitrite AzO^2AzH^4, *en même temps qu'il se dégage de l'oxygène* mêlé d'azote : ce qui prouve que le nitrite ne provient pas uniquement de l'oxydation du groupement ammoniacal AzH^4 (comme dans le cas du sulfate ou du chlorhydrate d'ammoniaque), mais de la désoxydation du groupement nitrique Az^2O^5.

C'est ce que montre encore mieux l'expérience suivante :

Une solution de *nitrate de potasse* se transforme partiellement en *nitrite*. Cette réduction a été signalée par M. Lombard, dans les eaux potables stérilisées par les rayons ultraviolets (*Bull. Soc. chim.*, n° 6, t. VII-VIII, 1910). Nous avons constaté qu'*elle est accompagnée d'un dégagement d'oxygène*. C'est donc bien le groupe Az^2O^5 qui devient Az^2O^3. Cette rétrogradation a même lieu, ce qui est très curieux, quand l'azotate de potasse ou l'azotate d'ammoniaque en solution concentrée sont soumis aux rayons ultraviolets en vase clos, *en présence d'oxygène*.

Réactions de dénitrification. — On sait, par les expériences de MM. Schlœsing, Gayon, Dehérain et Maquenne, Bréal, Müntz, etc., que des phénomènes de réduction, inverses de la nitrification, peuvent se produire dans la nature par des actions bactériologiques et peut-être chimiques.

Nous avons constaté de même qu'une *solution concentrée (voisine de la saturation) de nitrite d'ammoniaque* était décomposée par les rayons ultraviolets avec *dégagement abondant de gaz azote pur* (¹). La réaction est la même qu'avec la chaleur (mode de préparation classique de l'azote pur). *Il y a donc eu dénitrification* (²).

L'oxydation par la lumière des composés ammoniacaux donne donc du nitrite d'ammoniaque, mais l'azote ainsi oxydé n'est que faiblement immobilisé, puisque dès que la solution se concentre, il tend à reprendre l'état libre.

Comme les ferments, les rayons ultraviolets peuvent produire, selon les cas, soit gain, soit perte d'azote combiné.

(¹) Cette action des rayons ultraviolets est analogue à celle qu'ils exercent sur un mélange des gaz ammoniac et oxygène secs dont ils déterminent la combustion totale avec production d'azote et d'eau (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1328). Là aussi il y a perte d'azote combiné.

(²) Une solution concentrée de *nitrite de potasse* ne donne pas de gaz. Le sel de potasse est donc plus stable que le sel ammoniacal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaison des amines avec les cétones acétyléniques. Préparation d'aminocétones éthyléniques β-substituées.* Note de M. **Émile André**, présentée par M. A. Haller.

MM. Moureu et Lazennec ont montré, en 1906 (¹), que la fonction acétylénique $-C\equiv C-$ possède, lorsqu'elle est voisine de certains groupements électronégatifs, tels que celui de la fonction nitrile $-C\equiv N-$ ou celui de la fonction éther-sel $-COOR$, la propriété de se combiner avec les amines primaires et secondaires. Ces auteurs ont obtenu, dans le premier cas, des nitriles aminoéthyléniques β-substitués et, dans le second, des éthers-sels aminoéthyléniques β-substitués.

Le groupement $-CO-$, moins électronégatif que les précédents, confère-t-il à la liaison acétylénique des propriétés analogues? C'est cette question que, sur les conseils de M. le professeur Moureu, je me suis efforcé de résoudre.

Dans ce but, j'ai d'abord étudié avec soin la préparation des cétones acétyléniques. Le résultat de mes recherches sur ce point particulier a fait l'objet d'une précédente Note (²). En possession d'une méthode de préparation assez avantageuse de ces derniers composés, j'ai pu aborder l'étude de leurs réactions sur les amines.

Si l'on met en contact, molécule à molécule, une cétone acétylénique

$$R-C\equiv C-CO-R'$$

avec une amine primaire ou secondaire, une réaction se déclare, qui se manifeste par l'échauffement et la coloration du mélange. On opère en faisant arriver goutte à goutte l'amine dans la cétone acétylénique, sans l'intermédiaire d'aucun solvant quand cette dernière est liquide; si elle est solide (benzoylphénylacétylène), on la dissout dans une petite quantité d'un solvant approprié : éther anhydre ou éther de pétrole.

La température ne s'élève guère au-dessus de 40°; la coloration et l'aspect du mélange permettent, à première vue, de faire une distinction très nette entre la réaction produite par les amines primaires et celle produite par les amines secondaires.

Avec les amines primaires, on observe, après l'arrivée des premières gouttes dans la cétone, que le mélange se trouble et laisse se séparer des gouttelettes d'eau. La coloration, d'abord brune, s'accentue rapidement et devient le plus souvent complètement noire. Dans la plupart des cas, je n'ai pu, jusqu'ici, retirer aucun composé défini du mélange.

Avec les amines secondaires, on observe simplement une coloration brune, qui est

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXXV, p. 1179 et 1190.

(²) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 75.

d'autant moins marquée qu'on évite plus soigneusement de laisser s'échauffer le mélange en le maintenant dans la glace fondante. Le produit de la réaction est généralement visqueux, plus ou moins coloré en brun; parfois il cristallise spontanément après un temps plus ou moins long.

Les amines que j'ai utilisées sont au nombre de neuf : la propylamine, l'allylamine, la benzylamine, la cyclohexylamine, comme bases primaires; la diéthylamine, la dipropylamine, la pipéridine, la méthylaniline et l'éthylaniline, comme bases secondaires. Je les ai fait réagir sur six cétones acétyléniques différentes, dérivant toutes du phénylacétylène : l'acétylphénylacétylène, le propionylphénylacétylène, le butyrylphénylacétylène, le valérylphénylacétylène, le caproylphénylacétylène et le benzoylphénylacétylène. Cette dernière cétone présente une aptitude réactionnelle beaucoup plus marquée que les cinq autres, particularité due sans doute à la présence de deux groupements C^6H^5 encadrant la fonction cétone de la fonction acétylénique.

J'ai pu obtenir jusqu'ici 12 produits cristallisés. J'ai déterminé l'identité de 9 d'entre eux, dérivant les uns d'amines primaires, les autres d'amines secondaires. Quelle formule convient-il d'attribuer à ces combinaisons? L'analyse montre qu'ils proviennent de la combinaison molécule à molécule de l'amine et de la cétone acétylénique dont ils dérivent. L'action des acides les dédouble en β-dicétones et régénère l'amine; on doit donc les considérer comme des aminocétones éthyléniques β-substituées :

$$R - C(NHR'') = CH - COR' \quad \text{et} \quad R - C[N(R''R''')] = CH - CO - R'.$$

Voici, avec leurs formules et leurs points de fusion, les combinaisons cristallisées que j'ai obtenues :

Amines primaires et cétones acétyléniques.

Noms.	Formules.	Points de fusion.
Cyclohexylamine propionylphénylacétylène..	$C^6H^5C(NHC^6H^{11}) = CH - CO - C^2H^5$	100
Cyclohexylamine butyrylphénylacétylène....	$C^6H^5C(NHC^6H^{11}) = CH - CO - C^3H^7$	75
Benzylamine benzoylphénylacétylène........	$C^6H^5C(NH - CH^2C^6H^5) = CH - CO - C^6H^5$	100

Amines secondaires et cétones acétyléniques.

Diéthylamine propionylphénylacétylène......	$C^6H^5C[N(C^2H^5)^2] = CH - CO - C^2H^5$	45
Diéthylamine butyrylphénylacétylène.......	$C^6H^5C[N(C^2H^5)^2] = CH - CO - C^3H^7$	40
Diéthylamine benzoylphénylacétylène.......	$C^6H^5C[N(C^2H^5)^2] = CH - CO - C^6H^5$	63
Dipropylamine acétylphénylacétylène.......	$C^6H^5C[N(C^3H^7)^2] = CH - CO - CH^3$	47
Pipéridine benzoylphénylacétylène.........	$C^6H^5C(N = C^5H^{10}) = CH - CO - C^6H^5$	81
Méthylaniline benzoylphénylacétylène.......	$C^6H^5C[N(CH^3)(C^6H^5)]CH - CO - C^6H^5$	87

En résumé, les amines primaires et secondaires peuvent se combiner aux cétones acétyléniques de la forme $C^6H^5C \equiv C - CO - R$, où R est un radical cyclique ou aliphatique.

Les amines primaires semblent réagir suivant deux processus. La mise en liberté d'eau, nettement constatée lorsqu'on les met en contact avec les cétones $C^6H^5C \equiv C - CO - R$ à radical R aliphatique, laisse supposer qu'il se forme une imine acétylénique de formule :

$$C^6H^5C \equiv C - C = (N - R') - R.$$

Je n'ai pu encore isoler aucune de ces combinaisons qui paraissent très instables et noircissent rapidement à l'air. Une deuxième réaction qui correspond à la combinaison pure et simple de l'amine et de la cétone fournit des amines éthyléniques β-substituées; elle se produit en même temps que la première et donne des rendements assez peu élevés.

Les amines secondaires semblent réagir uniquement suivant ce deuxième processus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isospartéine. Un cas de stéréo-isomérie à l'azote.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. 152, p. 386) nous avons montré que l'isospartéine forme avec l'iodure de méthyle deux mono-iodo-méthylates distincts α et α'.

Nous nous proposons aujourd'hui d'établir la nature de leur isomérie. L'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2$ étant une base bitertiaire, l'hypothèse la plus simple consiste à admettre que, dans chacun de ses deux iodométhylates, l'iodure de méthyle est fixé sur un atome d'azote différent. S'il en est ainsi, les bases non saturées formées par décomposition de chacun des deux méthylhydrates correspondants doivent être complètement différentes.

Au contraire, si l'une d'elles résulte à la fois de la décomposition des deux hydrates d'ammoniums quaternaires, l'hypothèse doit être rejetée.

Or le méthylhydrate-α d'isospartéinium se décompose *quantitativement*, comme l'a établi l'un de nous (¹) en eau et en α-méthylspartéine

$$C^{15}H^{26}N^2.CH^3OH = H^2O + C^{15}H^{25}N^2(CH^3).$$

L'α-méthylspartéine est une base solide fusible à 31°, lévogyre

$$([\alpha]_D = -55°,3),$$

(¹) A. Valeur, *Comptes rendus*, t. 147, p. 127.

très facile à séparer et à caractériser, en raison de l'aptitude très marquée que possèdent ses sels à s'isomériser en dérivés de l'isospartéine (*Comptes rendus*, t. 145, p. 1184).

Quant au méthylhydrate-α′ d'isospartéinium, chauffé dans le vide au bain-marie bouillant, il donne également de l'α-méthylspartéine, en même temps qu'une base nouvelle, la méthylisospartéine, la première constituant environ la sixième partie du mélange.

On sépare aisément ces deux bases en traitant leur mélange par l'iodure de méthyle en solution méthylique. La méthylisospartéine s'y combine, avec énergie, en donnant un diiodométhylate; l'α-méthylspartéine, au contraire, ne s'unit pas à l'iodure de méthyle, dans les conditions de l'expérience.

Cette méthode présente l'inconvénient de sacrifier la méthylisospartéine.

Le procédé suivant permet, au contraire, d'obtenir les deux bases :

On chauffe le mélange pendant 15 heures, avec un léger excès d'acide sulfurique étendu. Dans ces conditions, le sulfate de méthylisospartéine demeure inaltéré; celui d'α-méthylspartéine est, au contraire, transformé en sulfométhylate d'isospartéine.

L'action des alcalis sur le mélange libère la méthylisospartéine, qu'on enlève à l'éther, en même temps qu'elle transforme le sulfométhylate d'isospartéine en méthylhydrate correspondant. Ce dernier, décomposé par la chaleur, régénère l'α-méthylspartéine dont il dérive.

La *méthylisospartéine* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$ est une base cristallisée, fusible à 24°; elle est dextrogyre : $[\alpha]_D = +23°,6$. Comme l'α-méthylspartéine, elle est non saturée et méthylée à l'azote; mais ses sels ne peuvent être isomérisés en dérivés d'une base saturée.

Le *picrate de méthylisospartéine* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2C^6H^2(OH)(NO^3)^3$ fond à 203°.

Le *chloroplatinate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2HCl.PtCl^4$ noircit vers 240° et fond à 256° en se décomposant.

Le *diiodométhylate* $C^{15}H^{25}N^2(CH^3).2CH^3I$ fond à 281°-282° en se décomposant.

Le mode même de génération de l'iodométhylate-α d'isospartéine, à partir de l'iodhydrate d'α-méthylspartéine, établit sa constitution (*Comptes rendus*, t. 146, p. 80) :

```
             CH                                                      CH
           /  |  \                                                 /  |  \
    CH²      CH=CH²   CH²           HI                    CH²     CH-CH³    CH²
     |                 |            →                      |        |        |
    CH²               CH — C⁸H¹⁴N   AgOH + chaleur        CH²       |       CH — C⁸H¹⁴N
      \              /              ←                        \      |      /
           \    /                                                \  |  /
          N — CH³                                              I — N ← CH³
```

α-Méthylspartéine. — Iodométhylate-α d'isospartéine.

L'iodure de méthyle s'y trouve nécessairement fixé sur l'atome d'azote qui, de pipéridique, est devenu pyrrolidique.

Le méthylhydrate-α' donnant également naissance, par décomposition, à l'α-méthylspartéine, il faut de toute nécessité que l'iodure de méthyle, dans l'iodométhylate correspondant, soit également fixé sur ce même atome d'azote pyrrolidique.

Il est donc démontré, d'une manière particulièrement nette, que ces deux iodométhylates ne diffèrent entre eux que par la disposition dans l'espace, autour d'un même atome d'azote, du reste méthyle et de l'atome d'iode.

Les précautions toutes particulières prises par nous (*Comptes rendus*, t. 152, p. 386) pour obtenir l'iodométhylate-α' absolument exempt de son stéréo-isomère et, d'autre part, l'abondance relative d'α-méthylspartéine dans les bases dérivées du méthylhydrate-α' donnent à cette conclusion toute sa valeur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la toxicité comparée des essences végétales sur les végétaux supérieurs.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Malgré la très grande abondance des essences sécrétées par les plantes, le rôle de ces essences est encore inconnu : certains physiologistes (les plus nombreux) les regardant comme des substances d'excrétion, les autres voulant y voir des matières de réserve. Sans vouloir trancher cette question, mais cherchant à y apporter une faible contribution, je me suis proposé de comparer leur toxicité lorsqu'elles agissent à l'état de vapeurs sur un végétal bien déterminé.

En l'espèce, celui-ci consistait en des plantules de Blé, dont la partie aérienne avait 2^{cm} de longueur, et qu'on plaçait sous cloche dans une atmosphère presque saturée ($t° = 15°$ à $17°$) de l'essence considérée, tout en permettant suffisamment l'accès de l'air pour assurer les besoins de la respiration et de la fonction chlorophyllienne. Au bout de 10 jours, on arrêtait l'expérience qui, d'ailleurs, n'aurait pas pu être poussée plus loin, les jeunes plantes ayant à ce moment épuisé leur réserve d'albumine, seule matière nutritive laissée (avec de l'eau), à leur disposition.

C'est en opérant de la sorte que j'ai obtenu les résultats ci-dessous :

	Hauteur de la partie aérienne au bout du dixième jour (en centimètres).	État de la partie aérienne.
Témoin	19 à 20	Bien portante.
Essence de niaouli	2	Tuée.

	Hauteur de la partie aérienne au bout du dixième jour (en centimètres).	État de la partie aérienne.
Essence de badiane	1	Tuée.
» d'anis de Russie	2	Id.
» d'anis de France	2 à 2,5	Id.
» de thym	2 à 3	Mourante.
» de serpolet	3 à 4	Id.
» de sassafras	3 à 5	Id.
» de lavande	10 à 11	Id.
» d'absinthe	9 à 11	Id.
» d'aspic	12 à 13	Id.
» de bergamote	7 à 14	Id.
» de néroli bigarade	9 à 10	Id.
» de genièvre	6 à 7	Id.
» de reine des prés	6 à 7	Id.
» de macis	9 à 10	Id.
» de tanaisie	7 à 9	Id.
» de romarin	10 à 11	Id.
» de cédrat	15 à 16	Dépérissante à l'extrémité des feuilles.
» de verveine	17 à 18	Id.
» de cannelle de Ceylan	15 à 17	Id.
» de cajeput	12 à 15	Id.
» de fenouil doux	15 à 16	Id.
» de cannelle de Chine	12 à 13	Id.
» d'ylang-ylang	14 à 15	Id.
» de violette	12 à 13	Id.
» de mandarine	11 à 12	Id.
» de coriandre	11 à 12	Id.
» d'hysope	11 à 12	Id.
» de sauge	11 à 12	Id.
» de camomille	11 à 12	Id.
» d'eucalyptus	14 à 15	Id.
» de rose de Turquie	18 à 19	Id.
» de wintergreen	17 à 18	Id.
» de mélisse	18 à 19	Id.
» de menthe de Paris	18 à 19	Id.
» de menthe américaine	16 à 17	Id.
» de géranium de France	18 à 19	Id.
» d'angélique	15 à 16	Id.
» de carvi	15 à 16	Id.
» d'orange amère	14 à 15	Id.

	Hauteur de la partie aérienne au bout du dixième jour (en centimètres).	État de la partie aérienne.
Essence de citronelle	15 à 16	Assez bien portante.
» de fenouil amer	17 à 18	Id.
» de cumin	18 à 19	Id.
» d'orange calabre	18 à 19	Id.
» d'origan	17 à 18	Id.
» de santal citrin	17 à 18	Id.
» d'iris	12 à 13	Id.
» de girofle	19 à 20	Bien portante.
» de vétiver	19 à 20	Id.
» de patchouly (1)	19 à 20	Id.

D'après ce Tableau, on voit que les essences peuvent, au point de vue de leur toxicité, être classées en cinq catégories :

1° *Les essences qui tuent immédiatement les plantules de Blé :* Niaouli, Badiane, Anis de Russie, Anis de France;

2° *Les essences qui tuent les plantules après leur avoir permis une légère croissance :* Thym, Serpolet, Sassafras, Lavande, Absinthe, Aspic, Bergamote, Néroli bigarade, Genièvre, Reine des Prés, Macis, Tanaisie, Romarin;

3° *Les essences qui ralentissent la croissance des plantules et les altèrent un peu :* Cédrat, Verveine, Cannelle de Ceylan, Cajeput, Fenouil doux, Cannelle de Chine, Ylang-Ylang, Violette, Mandarine, Coriandre, Hysope, Sauge, Camomille, Eucalyptus, Rose de Turquie, Wintergreen, Mélisse, Menthe de Paris, Menthe américaine, Géranium de France, Angélique, Carvi, Orange amère;

4° *Les essences qui ralentissent la croissance des plantules :* Citronelle, Fenouil amer, Cumin, Orange calabre, Origan, Santal citrin, Iris;

5° *Les essences indifférentes :* Girofle, Vétiver, Patchouly.

La *très grande majorité des essences se montrent ainsi nettement nuisibles*, quoique à des degrés très différents, et il me paraît étonnant que les plantes s'en débarrassent en les reléguant dans des canaux, des poches, des cellules, des poils, etc., où, pour la plupart, elles demeurent sans grand changement jusqu'à la mort des végétaux qui les ont fabriquées.

---

(1) Il est à remarquer que cette essence ne se trouve pas toute formée dans la plante vivante.

AGRONOMIE. — *Sur l'emploi des* Saponines *pour la préparation des émulsions insecticides et des liqueurs de traitements insecticides et anticryptogamiques.* Note de M. G. **Gastine**, présentée par M. L. Mangin.

On sait qu'il importe, pour la destruction des insectes, par des pulvérisations de liqueurs toxiques, d'obtenir la perfection du mouillage et c'est avec raison qu'à ce sujet MM. Vermorel et Dantony ont signalé que de petites quantités de savons alcalins procuraient un tel résultat [1].

Mais le contact du liquide, c'est-à-dire le mouillage, peut être obtenu aussi avec les Saponines, qui offrent, par rapport aux savons d'alcalis, certaines propriétés précieuses, notamment celles de n'être pas décomposées ni précipitées par les liqueurs offrant une réaction acide et par les solutions métalliques. Ces corps agissent donc dans des conditions où l'emploi des savons solubles n'est pas possible. En outre les Saponines sont inoffensives pour les végétaux.

D'assez nombreuses plantes contiennent des Saponines : écorce de Quillaya, Saponaire, Nielle, etc. M. Le Bœuf, en 1850 [2], a appliqué la solution alcoolique du Quillaya à la préparation d'émulsions stables de nombre de substances médicamenteuses, résines, baumes, etc., préalablement dissoutes dans l'alcool. Mais il existe un produit infiniment plus riche en Saponine, c'est le fruit du *Sapindus utilis*, arbre cultivé depuis longtemps déjà en Algérie. Le péricarpe charnu de ce fruit renferme plus de 50 pour 100 d'une Saponine spéciale, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, et il forme 68,5 pour 100 du poids de la graine entière. J'aurai l'occasion de donner prochainement l'analyse de ce fruit si riche en Saponine.

La Saponine du *Sapindus* permet d'obtenir à la fois des liqueurs insecticides douées d'une grande adhérence et des émulsions, sans emploi d'alcool, très mouillantes, qui possèdent une stabilité parfaite. Je me suis surtout occupé des émulsions d'huiles du goudron de houille ou de pétrole brut, appliquées officiellement en Italie pour combattre une petite cochenille très dangereuse, d'origine japonaise, la *Diaspis pentagona* (Targ. Tozetti), qui attaque les Mûriers et aussi la plupart des arbres fruitiers, plusieurs espèces florales et ornementales et même des arbres (Ormeaux, Acacias).

---

(1) Vermorel et Dantony, *Comptes rendus*, 12 décembre 1910.

(2) Le Boeuf, *Comptes rendus*, t. 31, juillet 1850, p. 652.

L'hiver, on applique des émulsions riches renfermant 7 pour 100 d'huiles de goudron de houille ou de pétrole brut, quantités nécessaires pour atteindre les femelles adultes protégées par leurs boucliers difficilement pénétrables. Au moment des éclosions, les jeunes cochenilles nues sont tuées facilement par des émulsions à 2 pour 100 d'huiles, qui n'altèrent pas les organes végétaux. Mais ces émulsions, malgré l'emploi du sel marin (7 pour 100) destiné à augmenter la densité du liquide pour l'amener au voisinage de celle de l'huile lourde, et celui de farine de froment ($\frac{1}{1000}$) pour favoriser l'émulsionnement, manquent de stabilité. Si l'agitation n'est pas énergique et constante, l'huile se sépare rapidement du liquide aqueux. Or ce dernier est sans effet toxique; quant à l'huile, elle détruit les bourgeons. L'instabilité de ces émulsions est ainsi une cause d'insuccès et de malfaçons. Les savons alcalins permettraient d'obtenir des émulsions stables; mais il a été constaté en Italie que leur emploi devait être abandonné, parce qu'ils affaiblissent très rapidement l'énergie toxique des huiles de goudron de houille ou celle du pétrole brut.

En ajoutant aux liqueurs diaspidiques italiennes de la poudre de Quillaya, de Saponaire, ou de la farine de Nielle, etc., c'est-à-dire des substances renfermant de la Saponine, j'ai obtenu, au taux de 150^g à 200^g de ces produits par 10^l d'eau, des émulsions stables très fines. Mais c'est surtout avec la poudre du péricarpe de la graine du *Sapindus* qu'on obtient les meilleurs résultats. Il suffit de 20^g de cette poudre dans 10^l d'eau (soit 2 millièmes) pour émulsionner 700^g d'huile de goudron de houille. L'émulsion est si fine qu'elle passe en grande partie à travers les filtres de papier; au microscope, elle présente l'apparence du lait.

L'emploi du sel marin est inutile. Il est préférable, pour obtenir une émulsion absolument homogène, de réaliser avec l'huile lourde de houille ($D = 1,045$) et une huile moyenne de houille ($D = 0,950$) un mélange égal ou voisin de la densité de l'eau. (Le pétrole peut jouer le même rôle que cette huile moyenne.) Lorsque cette égalité de densité n'est pas obtenue, il se forme une émulsion riche, dont les globules huileux microscopiques descendent peu à peu dans la liqueur, si l'huile est plus lourde que l'eau, ou remontent à la surface, si l'huile est plus légère (cas du pétrole et des huiles végétales). Mais la moindre agitation suffit pour répartir uniformément dans la masse du liquide ces émulsions riches, dont les globules n'ont aucune tendance à fusionner.

La proportion de $\frac{2}{1000}$ de poudre de *Sapindus* est suffisante, car le pouvoir mouillant, qui peut être déduit du nombre des gouttes débitées par la pipette Duclaux, fournissant à 15°C. 100 gouttes d'eau distillée pour 5^{cm^3} de capacité, n'augmente pas beaucoup pour des dosages plus élevés. Ainsi : la solution à 10 pour 1000 de *Sapindus*

donne 156 gouttes, celle à 4 pour 1000 donne 151 gouttes, celle à 2 pour 1000, 148 gouttes et celle à 1 pour 1000, 140 gouttes.

La tension superficielle du liquide peut être calculée d'après ces chiffres. Elle est fortement abaissée par l'addition des huiles de goudron de houille; par celle du pétrole, des huiles végétales, des créosotes, des phénols et homologues supérieurs. La solution à 2 pour 1000 de *Sapindus* qui marque 148 gouttes donne : avec addition d'huiles de houille 184 à 190 gouttes; avec addition d'huiles de houille lourde et de pétrole, mélangées pour densité 1, 202 gouttes; avec 1 pour 100 de créosote de hêtre, qui reste en partie insoluble, émulsionnée, 205 gouttes; avec 1 pour 100 de créosote de houille, qui se dissout, 168 gouttes; avec 6 pour 1000 d'acide phénique, 163 gouttes; avec 8 pour 100 d'huile de Coton, qui forme une émulsion, 161 gouttes. Au contraire, avec l'oléate de soude, dont la dissolution à 2 pour 1000 marque 220 gouttes, l'addition d'huile de houille augmente, au lieu de l'abaisser, la tension superficielle, car cette émulsion marque 148 gouttes.

Aux émulsions d'huiles de houille on peut adjoindre des sels de cuivre, sans que la tension superficielle du liquide soit augmentée. La liqueur devient ainsi apte à combattre à la fois les Cochenilles nues et les Aphides, ainsi que les champignons de la Fumagine, qui se développent sur les sécrétions répandues par ces insectes.

Émulsion cuprique.

Eau	10^{l}
Poudre de *Sapindus*	20^{g}
Acétate neutre de cuivre	100^{g}
Mélange d'huile lourde de houille et de pétrole de densité 1,0	200$^{cm^3}$

La propriété de bien mouiller n'est pas seulement nécessaire pour l'application des insecticides devant opérer par contact. Il est hors de doute qu'elle est également précieuse pour les liquides insecticides et anticryptogamiques destinés à imprégner les feuilles, car le mouillage augmente l'adhérence en favorisant, pour les produits solubles, la pénétration des agents actifs, le cuivre par exemple, dans la cuticule des feuilles, et, par capillarité, il provoque, pour les corps insolubles, arséniate de plomb ou de cuivre par exemple, une adhérence plus intime et plus durable.

Il nous a semblé que ces propriétés des Saponines, en permettant l'établissement de formules de liqueurs insecticides et de mixtures anticryptogamiques, plus efficaces que celles jusqu'ici employées, étaient utiles à signaler.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur la glycérine.* Note [1] de MM. **Henri Bierry, Victor Henri** et **Albert Ranc**, présentée par M. A. Dastre.

En poursuivant la série de recherches que nous avons entreprise pour étudier l'action des rayons ultraviolets sur les alcools polyatomiques, les sucres réducteurs et les polyoses [2], nous avons été amenés à analyser plus en détail les transformations chimiques subies par la glycérine, le lévulose et d'autres hydrates de carbone sous leur influence.

Technique. — Nous avons expérimenté l'action des rayons ultraviolets émis par deux lampes à mercure en quartz montées parallèlement l'une à l'autre. Nos liquides d'expériences étaient placés dans des ballons en quartz de 200^{cm^3} de capacité, qui étaient reliés à un moteur permettant un mouvement d'agitation à des vitesses variées. Dans d'autres expériences, nous avons utilisé des cuves de porcelaine à grande surface. Enfin, il était possible, dans nos opérations en ballon de quartz, de faire des expériences dans le vide ou en présence d'une quantité limitée d'air, ou enfin de faire barboter dans le liquide de l'air ou un autre gaz. La durée des expositions a varié de quelques heures à 160 heures pour des liqueurs de concentration en glycérine allant de la glycérine pure à la glycérine à 1 pour 100. La température était facilement réglable par un plus ou moins grand éloignement des lampes.

Certaines expériences furent faites en milieu neutre, d'autres en milieu faiblement alcalin.

Après irradiation, les liquides ont été concentrés dans le vide à une température inférieure à 50°. Les résidus de ces opérations furent analysés (osazones, pouvoir réducteur, acidité, ...).

Action sur la glycérine neutre à 25° en présence d'air. — Les sirops ainsi obtenus sont incolores, ils réduisent la liqueur de Fehling à la température ordinaire, ils possèdent une réaction nettement acide au tournesol. Mélangés avec l'acétate de phénylhydrazine, ces liquides précipitent à froid une poudre jaune que l'on peut isoler par filtration et laver à l'eau froide. Elle est soluble dans le benzène bouillant d'où elle cristallise en lamelles jaunes fusibles à 142°-143° (point de fusion de G. Bertrand). Les caractères de solubilité de cette osazone, son mode de formation, son point de fusion, nous ont permis de l'identifier à la glycérosazone qui caractérise le *glycérose*. La faiblesse des rendements de ces expériences nous a empêchés de connaître

(1) Présentée dans la séance du 20 février 1911.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 14 mai 1910; *Comptes rendus*, séance du 25 juillet 1910 : Action des rayons ultraviolets sur les hydrates de carbone (saccharose, gentianose, raffinose, stachyose, lévulose, glucosides α et β, etc.

la composition de ce glycérose ; toutefois la réaction de Wohl et Neuberg [1] à la phloroglucine étant positive on peut affirmer la présence de l'aldéhyde glycérique.

L'action des rayons ultraviolets produit d'autres corps à côté de cette aldéhyde glycérique. Si, en effet, la solution ayant subi l'action de l'acétate de phénylhydrazine à froid est portée au bain-marie à 100° pendant 1 heure après avoir été séparée de la glycérosazone, il se forme d'autres composés hydraziniques que nous n'avons pas encore déterminés.

Action sur la glycérine alcaline à 25° en présence d'air. — Dans ce cas, au lieu du glycérose, on obtient le β-*acrose*. Voici l'expérience : nos liquides exposés aux rayons ultraviolets, après neutralisation et évaporation, sont traités par l'acétate de phénylhydrazine. Les composés qui prennent naissance se précipitent entièrement pendant un séjour de 48 heures à la température de 50°. On obtient ainsi un précipité jaune foncé, d'aspect résineux, qu'on lave sur filtre à l'alcool à 35° chaud où il est insoluble. L'alcool à 95° froid en dissout la plus grande partie et cette solution précipite par l'eau un corps jaune soluble dans un mélange d'alcool absolu et d'éther acétique. Par une lente évaporation on peut alors isoler des cristaux jaunes. Nous les avons identifiés à des cristaux de β-acrosazone, par l'étude de leurs solvants et par la détermination de leur point de fusion ordinaire qui se trouve à 159° et qui est resté constant après plusieurs purifications successives.

Dans l'ensemble de ces expériences les rendements sont faibles. On peut les améliorer en additionnant les solutions, de sels de fer ou de cobalt et, surtout, de sels d'uranyle, dont l'action photo-catalytique a été mise en relief, en 1908, par C. Neuberg [2] et, plus récemment encore, par D. Berthelot et Gaudechon [3].

A côté de ces résultats intéressant l'histoire des sucres, nos expériences sur la glycérine nous ont permis de constater la formation d'autres composés sur lesquels nous reviendrons dans un exposé plus complet des réactions multiples produites par les rayons ultraviolets sur les polyalcools.

HISTOLOGIE. — *Mitochondries des cellules globuleuses du cartilage hyalin des Mammifères.* Note de M. **J. Renaut**, présentée par M. Henneguy.

Je me suis attaché à rechercher si, dans les cellules cartilagineuses des Mammifères parvenues au point définitif et culminant de leur développement, il existe ou non des mitochondries. J'ai pris pour objet d'étude l'assise des grandes cellules globuleuses, jointive à la ligne d'ossification

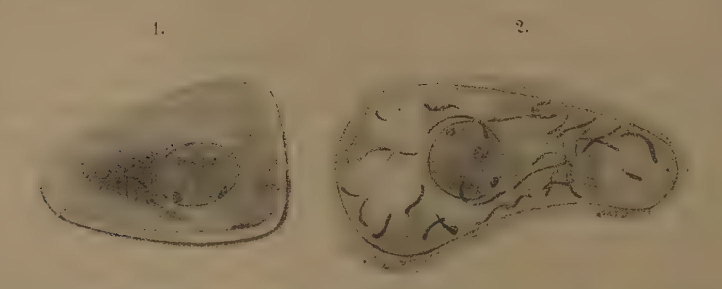
(1) *Berichte*, t. XXXIII, 1900, p. 3095.
(2) *Biochemische Zeitschrift*, 1908, p. 305.
(3) *Comptes rendus*, 30 janvier 1911.

enchondrale dans les os du Mouton en voie de croissance. Ce sont des cellules énormes, criblées de vacuoles inégales donnant à leur cytoplasma une apparence bulleuse, et dont le gros noyau vésiculeux ne renferme plus que quelques grains de chromatine. Elles répondent à la zone de calcification du cartilage et sont d'une délicatesse telle qu'il est impossible de les fixer par aucun des moyens permettant ensuite de colorer les mitochondries par les méthodes de Benda ou de Regaud. Il fallait donc tourner la difficulté et trouver un moyen de mettre le chondriome en évidence sur la cellule encore vivante, observée en milieu isotonique.

Technique. — On pratique à main levée, sur l'une des extrémités encore cartilagineuses d'un os long de fœtus de Mouton, prélevé aussi près que possible du sacrifice de la mère, et donc encore bien vivant, une coupe mince sagittale du cartilage, comprenant la zone sériée, l'assise des cellules globuleuses et la ligne d'érosion et d'ossification enchondrale. La coupe, reçue dans la solution isotonique à 8 pour 1000, est aussitôt portée sur la lame de verre dans une goutte de cette même solution. Et, de suite, à petite distance d'elle sur la lame et dans une grosse goutte du sérum artificiel, on mêle une toute petite goutte d'une solution aqueuse concentrée de violet de méthyle 5 B, de façon à ne pas changer sensiblement la concentration moléculaire du mélange. Puis avec un agitateur on dirige, sur la lame de verre, le sérum coloré vers la coupe immergée en sérum ordinaire; et, par un mouvement de va-et-vient, on mélange les deux. Dès que la coupe devient d'un violet clair, on recouvre d'une lamelle; si elle tarde à virer au violet, on enlève le liquide trop peu coloré, on refait une autre goutte colorée et derechef on l'amène à la coupe. Ainsi de suite. Après quoi, on borde à la paraffine. On parvient ainsi à avoir une préparation où les cellules globuleuses du cartilage, très légèrement teintes en violacé, sont en grande majorité conservées vivantes sans rétraction ni déformation aucune. On peut alors les observer à loisir. Parmi elles, on en voit toujours un certain nombre où un dispositif mitochondrial est mis nettement en évidence par le colorant vital.

Les mitochondries sont teintes intensément en violet foncé. Elles occupent soit la masse de protoplasma non vacuolaire subsistant autour du noyau dans les cellules encore imparfaitement globuleuses (*fig.* 1); soit, dans celles qui le sont devenues, les lames protoplasmiques régnant entre les vacuoles inégales du cytoplasma (*fig.* 2). Comme ces lames renferment, on le sait, des grains de ségrégation qui fixent le violet 5 B et qui pourraient tromper, je ne tiens compte que des grands bâtonnets soit droits, soit infléchis pour filer entre les vacuoles. Autrement dit, c'est par ses chondriocontes que je définis ici le chondriome des cellules cartilagineuses. Et comme chondriocontes, je ne retiens que ceux qui, observés avec un bon

objectif apochromatique et le condensateur mis à pleine ouverture, se terminent net dans le cytoplasma : comme tranchés à leurs extrémités en gardant de bout en bout un calibre sensiblement uniforme. Car ces caractères n'appartiennent, réunis, qu'aux chondriocontes seuls. De fait, par la *méthode de fortune* que je viens d'indiquer, je ne prétends pas étudier tout le détail du dispositif mitochondrial des grandes cellules cartilagineuses vacuolaires,



Zone des cellules globuleuses du cartilage calcifié du col huméral. (Fœtus de Mouton de $0^m,22$.)

1. Cellule globuleuse incomplètement développée, et à chondriome formé d'un embrouillement de chondriocontes intriqués. — 2. Cellule globuleuse entièrement vacuolaire, avec ses chondriocontes isolés.

mais seulement savoir si elles en renferment un, ou non. L'existence, ici incontestable, des seuls chondriocontes, résout cette question par l'affirmative.

Je tenais à cette solution pour deux raisons. La première, c'est que jusqu'à présent personne n'a constaté l'existence de mitochondries dans aucune cellule cartilagineuse chez les Mammifères. La seconde raison, selon moi plus importante, c'est que la cellule que j'étudie spécialement ici, tenue fixe dans sa capsule qu'elle emplit complètement et ne mitosant plus sinon tout à fait exceptionnellement, n'exécute donc plus de mouvements notables, ni généraux ni intérieurs. Pas davantage, ses chondriocontes n'évolueront en fibrilles ou en fibres. Cette cellule est de fait réduite à son activité sécrétoire, laquelle est intense et intervient largement dans le processus de calcification du cartilage à son pourtour, hors de sa capsule. C'est en face de cette unique activité que se place son chondriome, dont les éléments jouent alors, dans le corps cellulaire, le pur rôle d'*électosomes*, tel que l'entend Regaud, à moins de supposer qu'ils n'en jouent aucun.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence du Trias au mont Ktypas (Messapion) en Béotie et sur l'importance de la lacune entre le Trias et le Crétacé en Grèce.* Note [1] de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Henri Douvillé.

Le massif des monts Ktypas et Hypatos, en Béotie, est formé d'une calotte de calcaire compact, gris sombre, à *Gyroporelles* et *Megalodon*, comme on peut s'en assurer aux environs du couvent de Sagmata sur le mont Hypatos. A ce calcaire succède un calcaire jaune peu puissant, puis une formation arénacée, présentant une brèche à ciment rouge, caractéristique des niveaux inférieurs du Trias en Grèce; plus bas, tout est masqué par une masse éruptive serpentineuse, qui paraît traverser la montagne de part en part. Ces données s'observent à l'Ouest, le long du sentier qui conduit du couvent au Metochi. A l'Est, contre le canal d'Eubée, entre Chalia et Loukissia apparaît un conglomérat formé de roches diverses, parmi lesquelles figurent des roches éruptives. Ce conglomérat répond à celui que M. Deprat a observé à la base du Trias, au mont Delphi, en Eubée. Le calcaire triasique de Sagmata se retrouve à Moriki et contre le lac Paralimni, où il recouvre un calcaire complètement noir à baguettes de crinoïdes, rappelant le calcaire noir carbonifère du Parnès. Au delà du lac, sur le mont Strutzina, Bittner a observé des calcaires à *Tubiporites* avec jaspes. Il est à présumer qu'il s'agit encore là de calcaires à *Gyroporelles* et de jaspes triasiques, comme il s'en rencontre en Grèce, dans le Trias; au-dessous les roches arénacées qui apparaissent à l'entrée de la baie de Skroponéri nous reportent aux roches arénacées du Parnès, où M. Carl Renz a découvert le Carbonifère.

Si de Moriki on avance vers le lac Copaïs, on tombe, un peu avant Houngra, brusquement sur le calcaire à *Hippurites* de la Béotie, dont le niveau santonien a été déterminé par M. Henri Douvillé, d'après les *Hippurites* de Caprena (*H. Gaudryi*). J'ai découvert moi-même un nouveau gisement d'*Hippurites*, au nord du lac Copaïs, à Mexi, près de l'ancienne Avaé, avec *H. Gaudryi*. Plus au Nord, le niveau santonien a encore été déterminé par M. Henri Douvillé, sur le mont Othrys, où le Crétacé bute brusquement contre le Carbonifère, à Hagios-Joannis, d'après M. Carl Renz. Ainsi donc on retrouve encore ici, entre le Crétacé et le Trias et même le Carbonifère, la lacune observée par ce dernier savant au Parnès.

---

(1) Présentée dans la séance du 20 février 1911.

La même lacune a été observée par moi au mont Geraneia au-dessus de l'isthme de Corinthe; ici encore le calcaire à *Gyroporelles* et à *Megalodon* bute contre le calcaire à Rudistes à l'Est, tandis qu'à l'Ouest il repose sur des jaspes.

Ces conditions de la Grèce orientale se poursuivent à l'Ouest. C'est ainsi qu'au Parnasse, sur un grès portant des lambeaux d'un conglomérat de roches diverses, se dresse le calcaire du sommet dont le niveau triasique supérieur a été démontré par M. Carl Renz, et tout à côté, soit à Caprenaï, soit à Delphes, bute le calcaire crétacé. Il est vrai qu'aux monts Vardussa, plus à l'Ouest, apparaît le Kimmeridgien avec *Ellepsactinia*, mais au delà on retrouve encore une formation puissante de grès, recouverte par endroits de crêtes calcaires avec débris de Rudistes (C. Ktenas et Ph. Négris, *Comptes rendus*, 14 mars 1910). Le grès présente des bancs du conglomérat quartzeux que nous avons retrouvé en face sur le Voïdias, dans le grès inférieur, et au mont Ithôme au-dessous du niveau carnique à *Halobia styriaca* et *H. cassiana*.

Nous sommes donc encore en présence de la même lacune entre le Trias et le Crétacé, et cela depuis les monts Vardussa jusqu'au mont Rigani, où interviennent des charriages. Au delà, nous retombons sur les massifs de calcaire crétacé-éocène de Glokova et de Varassova, qui repose encore ici en discordance très nette sur un grès inférieur d'âge indéterminé.

Dans mon dernier Mémoire à l'Académie, j'ai montré que les conditions sont exactement les mêmes en face, dans le Péloponèse, aux monts Voïdias, Barbas et Ptéri : sur un grès ancien repose du Trias démantelé, recouvert par du Crétacé transgressif. Il en est encore de même sur toute l'étendue du calcaire crétacé-éocène du Péloponèse dit de *Tripolitsa*. Ce dernier repose tantôt sur les couches cristallines, mais souvent aussi sur des schistes, grauwackes ou grès, comme au-dessus de Goura au sud-ouest du Ziria, ou encore en Messénie, sur le flanc occidental du Taygète. Aux environs de Leïka, au nord de Kalamac, le grès présente, même aux environs du contact, un conglomérat formé de galets de grès dominants, rappelant beaucoup le conglomérat qui recouvre le grès inférieur au mont Voïdias. Ce serait ce même grès de Leïka qui, au mont Ithôme, est recouvert par le Flysch nummulitique, supportant les plis de la nappe.

Ainsi donc, la lacune entre le Trias et le Crétacé en Grèce serait un fait général : c'est ce qui explique aussi comment la nappe dont le charriage date de l'Éocène, ne présente en général d'autres éléments que le Trias et le Crétacé, et aucun autre élément de la série mésozoïque. Ce n'est qu'aux

limites orientale et occidentale de la Grèce qu'on trouve d'autres représentants de cette série, comme l'ont prouvé les travaux de M. Deprat, en Eubée, et de M. Cayeux, à Nauplie, puis ceux de M. Carl Renz, en Argolide, en Akarnanie, en Epire et dans les îles Ioniennes.

Ainsi donc, à la fin des plissements hercyniens, la Grèce aurait été en grande partie exondée, et ce n'est qu'avec la transgression crétacée qu'elle aurait été de nouveau submergée. Elle fut en partie exondée à la fin du Santonien, à la suite des plissements crétacés, puis émergea complètement à la suite des plissements pyrénéens qui produisirent aussi les charriages, amenant le Trias recouvert de Crétacé, soit sur le Crétacé avec facies Olonos, soit sur le Crétacé-Éocène avec facies calcaire de Tripolitsa, soit sur le Flysch, soit sur le Trias lui-même.

M. F. Naive adresse une Note intitulée : *L'aéroplane futur. Sa solution véritable.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 février 1911.

Traité d'analyse des substances minérales, par Adolphe Carnot, Membre de l'Institut; Tome III : *Métaux*, 1re partie. Paris. H. Dunod et E. Pinat, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La traction électrique sur voies ferrées : Voie, matériel roulant, traction, par André Blondel et F. Paul-Dubois, avec 1014 figures dans le texte; t. I et II. Paris, Ch. Béranger, 1901; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Projet de transport d'énergie électrique du Rhône à Paris, avec aménagement du haut Rhône pour la navigation internationale, par A. Blondel, E. Harlé et L. Mähl. Extrait relatif : 1° Aux considérations générales et à l'étude sommaire des diverses solutions; 2° A la navigation. Sceaux, imp. Charaire, s. d.; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Une série de *travaux* imprimés, *relatifs aux bactéries du lait et notamment aux bactéries productrices d'acide et présure*, par M. le Dr C. Gorini, Professeur de Bactériologie à l'École supérieure d'Agriculture de Milan. 8 fasc. in-8°. (Présenté par M. Laveran. Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Gironde, année 1909. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1910; 1 fasc. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1909-1910. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1910; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6e série, t. V, 1er cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1910; 1 vol. in-8°.

Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1908 *in Österreich beobachteten Erdbeben;* n° 5, mit 8 Karten. Vienne, 1910; 1 vol. in-8°.

Digest of comments on the pharmacopœia of the United States of America, and the national Formulary, for the calendar year ending december 31, 1907, by Murray Galt Motter and Martin-J. Wilbert. (*Hygienic Laboratory : Bulletin* n° 63.) Washington, 1910; 1 vol. in-8°.

Anuario del Observatorio astronomico nacional de Tacubaya, por el año de 1911, formado bajo la dirección del Ingeniero Felipe Valle, año XXXI. Mexico, 1910; 1 vol. in-12.

The Institution of Mechanical Engineers : Proceedings, 1910; parts 1-2. Londres; 1 vol. in-8°.

Report of the Commissioner of Education, for the year ended june 30, 1910; t. I. Washington, Government printing Office, 1910; 1 vol. in-8°.

British antarctic Expedition 1907-1909, under the command of Sir E.-H. Schackleton. *Reports on the scientific investigations.* Tome I : *Biology*, editor James Murray. Part VI : *Rhizopodes d'eau douce,* par Eugène Penard, witt two plates. Londres, William Heinemann, 1911; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1909; nouvelle série, t. XXII, avec 9 planches. Moscou, 1910; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; t. 12, n° 1, january 1911. Lancaster, Pa., et New-York, 1911; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 février 1911.

Le calcul mécanique : Appareils arithmétiques et algébriques intégrateurs, par L. Jacob; avec 184 figures dans le texte. Paris, Octave Doin, 1911; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Darboux.)

La Technique aéronautique, *revue des sciences appliquées à la locomotion aérienne;* directeur : Lieutenant-Colonel G. Espitallier; t. I et II, 1er et 2e semestres 1910. Paris, Librairie aéronautique; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes obtenus par M. Ed. Bornet, Membre de l'Institut. Premier Mémoire : Notes inédites et résultats expérimentaux, publiés par Med. Gard. (Extr. des *Annales des Sciences naturelles : Botanique;* 9e série, t. XII.) Paris, Masson et Cie, 1910; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société de Pathologie exotique; t. III, 1910. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Laveran.)

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France, du 26 janvier 1911, sous la présidence de M. Georges Pallain, Gouverneur. *Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les Censeurs.* Paris, imp. Paul Dupont, 1911; 1 fasc. in-4°.

Les institutions patronales et mutuelles de la Banque de France : janvier 1911, s. l. n. d.

Quelques simples démonstrations de l'énoncé du dernier théorème de Fermat sur l'équation $x^m + y^m = z^m$, par Xavier Deffis. Agen, 1911; 1 fasc. in-8°.

*Action de l'*Eucalyptus globulus *sur le tartre des chaudières à vapeur*, par J.-B. Dayant. Maison-Carrée (Algérie), imp. Torrelli, 1911; 1 fasc. in-12.

Détermination internationale des couleurs, par Hans-Jacob Moller. Copenhague, A. Rosenberg, 1910; 1 fasc. in-8°.

What becomes of the sunlight and heat absorbed by the earth? At description of the continuous cycle of operations of the energy of the solar system, and of the cause of gravitation, by James-D. Roots. Londres, Elson et fils, 1910.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1911.

L'Astronomie, évolution des idées et des méthodes, par G. Bigourdan, Membre de l'Institut; 50 illustrations. Paris, Ernest Flammarion, 1911; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les Eunuques d'aujourd'hui et ceux de jadis, par Démétrius-A. Zambaco Pacha, Correspondant de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur; transmis par M. Lannelongue.)

Petit manuel de physiologie de la voix à l'usage des chanteurs et des orateurs, par M. Marage. Paris, chez l'auteur, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dastre. Hommage de l'auteur.)

Expedition of the California Academy of Sciences to the Galapagos islands, 1905-1906. II. *A botanical Survey of the Galapagos islands*, by Alban Stewart, botanist to the Expedition. (*Proceedings of the California Academy of Sciences:* 4e série, t. I, p. 7-288, janvier 1911.) San-Francisco; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Researches on the stellar systems. Tome II : *The capture theory of cosmical evolution*, by T.-J.-J. See, professor of Mathematics, Naval Observatory, Mare Island, California. Lynn, Mass., Thos. Ph. Nichols et fils, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. van Tieghem. Hommage de l'auteur.)

A la mémoire de JUNIUS MASSAU; publication du Comité Massau, 1910. Gand, imp. F. et R. Buyck; 1 fasc. in-8° et une photographie h. t.

Les racines dorsales ou postérieures des nerfs spinaux sont centrifuges, motrices et trophiques. — La structure de la rétine. — Rapport des démonstrations et des expériences faites dans les Instituts scientifiques de Giessen, par NICOLA-ALBERTO BARBIERI. (Extr. de *Verhandlungen der anatomische Gesellschaft*, 24e Réunion, à Giessen, 21-24 avril 1909.) Iéna, Gustav Fischer, 1909; 1 fasc. in-8°.

La circulation nerveuse neuroplasmatique, Discours prononcé à l'Université libre de Bruxelles, le 10 août 1910, par NICOLA-ALBERTO BARBIERI. Iéna, Gustav Fischer, 1910; 1 fasc. in-8°.

Flore du bas et du moyen Congo. Études de Systématique et de Géographie botaniques, par EM. DE WILDEMAN. (*Annales du Musée du Congo belge : Botanique*, 5e série, t. III, fasc. II; p. 149-316; planches XXVIII-XLIX.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1910; 1 fasc. in-f°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille; t. XIX. Marseille, P. Ruat; Paris, A. Hermann et fils, 1910; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société normande d'Études préhistoriques; t. XVII, année 1909. Louviers, Eug. Isambert, 1910; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; t. XXIX, 1910. Lyon, H. Georg; Paris, Masson et Cie, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 5e série, 45e année, 1er et 2e semestre 1909. Rouen, Lecerf et fils, 1910; 1 vol. in-8°.

Almanaque nautico para el año 1912, calculado de orden de la superioridad en el INSTITUTO y OBSERVATORIO DE MARINA de San Fernando para ele meridiano de Greenwich. [Cadix], 1910; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 février 1911.)

Note de M. *Gouy*, Sur la structure périodique des rayons magnéto-cathodiques :

Page 355, la figure représente les franges du faisceau magnéto-cathodique (30 janvier 1911), et non les expériences décrites dans le texte.